

АҘСНЫ АҘЦААРАДЫРРАҚӘА РАКАДЕМИА

АКАДЕМИЯ НАУК АБХАЗИИ

ACADEMY OF SCIENCES OF ABKHAZIA



ACADEMIA

АЦСНЫ АТЦААРАДЫРРАҚӘА РАКАДЕМИА

АДЫРРАТҒАРА

№ 13

Аредактор хада

Цьануа Зураб Цьота-иңа – афилологиятә тцаарадыррақәа рдоктор, апрофессор, ААР академик, УАР ахэаанырцэтәи алахэыла

Асериа

«Апсабаратә тцаарадыррақәа»

Асериа аредакциятә еилазаара:

Бебиа Сергеи Михаил-иңа – абиологиятә тцаарадыррақәа рдоктор, апрофессор, ААР академик (*атакзыңхықәу аредактор*)

Екба Ианварби Али-иңа – афизика-математикатә тцаарадыррақәа рдоктор, апрофессор, ААР академик (*атакзыңхықәу аредактор*)

Аиба Лиосик Ианкәа-иңа – ақытанхамшатә тцаарадыррақәа рдоктор, апрофессор, ААР академик

Дбар Роман Саид-иңа – абиологиятә тцаарадыррақәа ркандидат, ААР хатырзкәу академик

Лашәриа Роберт Андреи-иңа – афизика-математикатә тцаарадыррақәа рдоктор, апрофессор, ААР алахэыла-корреспондент

Марколия Анатоли Иван-иңа – атехникатә тцаарадыррақәа рдоктор, ААР академик

ББК 72.4 (5Абх)
В 38

Атыжымта акыпчы иаздырхит: *Т. И. Алексеева, И. П. Соловиева*

Ацсны атцаарадыррақэа ракадемиа Адырратара / Аред. хада З.Ць. Цьапуа.
Асериа «Ацсабаратэ тцаарадыррақэа». Ақэа: Academia, 2023. № 13. 238 д.

2005 шықэсазы ишыатаркуп. Шықэсык знык итыцуеит

«ААР Адырратара» Ацсны атцаарадыррақэа ракадемиа апрезидиум анапх-
гарала итыцуеит

Иахкыпчыуа аматериалқэа аредакциатэ еилазаара ргэаанагара иақэым-
шэаргы калойт

Акыпчыртеи ашэкэтыжыртеи ртызтыц: хаталатэи анаплакфы Бел-
кин Е. А. Урыстэыла, Москватэи аобласт, ақ. Домодедово, амкр. Северный,
амжаду Логистическая, аоны 1

Ацсны Ахэынткарра, ақ. Ақэа, академик Марр имжаду, аоны 9

Аредакция атызтыц: 384900, Ацсны Ахэынткарра, Ақэа ақ.,
Академик Марр имжаду, 9

Ател: +7 (840) 226 97 40; +7 (840) 226 66 35

E-mail: akademana@mail.ru

ААР асайт: akademra.org

ISSN 3034-3305

ISSN 978-5-6052014-4-1

© Ацсны атцаарадыррақэа ракадемиа, 2023

© Academia, 2023

ВЕСТНИК

АКАДЕМИИ НАУК АБХАЗИИ

№ 13

Главный редактор

Джапуа Зураб Джотович – доктор филологических наук, профессор, академик АНА, иностранный член РАН

Серия

«Естественные науки»

Редакционная коллегия серии:

Бебия Сергей Михайлович – доктор биологических наук, профессор, академик АНА (*ответственный редактор*)

Экба Январби Алиевич – доктор физико-математических наук, профессор, академик АНА (*ответственный редактор*)

Айба Лесик Янкович – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, академик АНА

Дбар Роман Саидович – кандидат биологических наук, почетный академик АНА

Ласурия Роберт Андреевич – доктор физико-математических наук, профессор, член-корреспондент АНА

Марколия Анатолий Иванович – доктор технических наук, академик АНА

Сухум
Academia
2023

Выпуск подготовили: *Т. Ю. Алексеева, И. П. Соловьева*

Вестник Академии наук Абхазии / Гл. ред. З. Д. Джапуа. Серия «Естественные науки». Сухум: Academia, 2023. № 13. 238 с.

Основан в 2005 году. Выходит один раз в год

«Вестник АНА» издается под руководством президиума Академии наук Абхазии

Публикуемые материалы не обязательно отражают точку зрения редколлегии

Адрес типографии и издательства: ИП Белкина Е. А. Россия, Московская область, г. Домодедово, мкр. Северный, ул. Логистическая, д. 1;
Республика Абхазия, г. Сухум, ул. Академика Марра, д. 9

Адрес редакции: 384900, Республика Абхазия, г. Сухум,
ул. Академика Марра, 9
Тел.: +7(840)2269740; +7(840)2266635
E-mail: akademana@mail.ru
Сайт АНА: akademra.org

ISSN 3034-3305

ISSN 978-5-6052014-4-1

© Академия наук Абхазии, 2023
© Academia, 2023

BULLETIN

OF THE ACADEMY OF SCIENCES OF ABKHAZIA

No. 13

Chief Editor

Dzhapua Zurab Djotovich – doctor of philological sciences, professor, academician of ASA, foreign member of the RAS

Series of
Natural Sciences

Editorial Board of the series:

Bebiya Sergey Mikhailovich – doctor of biological sciences, professor, academician of ASA (*responsible editor*)

Ekba Yanvarbi Alievich – doctor of physics and mathematics, professor, academician of ASA (*responsible editor*)

Ayba Lesik Jankovich – doctor of agricultural sciences, professor, academician of ASA

Dbar Roman Saidovich – candidate of biological sciences, academician of ASA

Lasuria Robert Andreevich – doctor of physics and mathematics, professor, corresponding member of ASA

Markolia Anatoly Ivanovich – doctor of technical sciences, academician of ASA

Sukhum
Academia
2023

The issue was prepared by: *T. I. Alekseeva, Y. P. Soloviova*

Bulletin of the Academy of Sciences of Abkhazia / Ch. Ed. Z. D. Dzhapua.
A series of natural sciences. Sukhum: Academia, 2023. No. 13. 238 p.

Date of foundation is 2005. Issued once a year

The «Bulletin» is published under the guidance of the Presidium of the Academy of Sciences of Abkhazia

Published materials do not necessarily reflect the views of the editorial board

Printing and publishing address: IP Belkina E. A. Russia, Moscow region, Domodedovo, Severny microdistrict, Logisticheskaya st., 1;
Republic of Abkhazia, Sukhum, Academician Marra st., 9

Address of the editorial office: 384900, Republic of Abkhazia, Sukhum,
9 Akademika Marra str.

Tel.: +7 (840) 226 9740; +7 (840) 226 6635

E-mail: akademana@mail.ru

Website: akademra.org

ISSN 3034-3305

ISSN 978-5-6052014-4-1

© Academy of Sciences of Abkhazia, 2023

© Academia, 2023

АЦАКЫ • СОДЕРЖАНИЕ

АФИЗИКО-МАТЕМАТИКАТӘ, АТЕХНИКАТӘ ТЦААРАДЫРРАҚӘА • ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

АМАТЕМАТИКА • МАТЕМАТИКА

Маршан Р. Д. О некоторых свойствах двоичных прямоугольников 11

АФИЗИКА • ФИЗИКА

Марколия А. И., Тимошенко А. П. Наземное моделирование воздействия микрометеоритов на поверхности мишеней из различных материалов. *Часть II.* Экспериментальные исследования по воздействию микрочастиц (микрометеоритов) на мишени из различных материалов 15

АЕНЕРГЕТИКА • ЭНЕРГЕТИКА

Марколия А. И., Эмба Я. А., Кимкетов Э. М., Кимкетов М. Д. Расчетное обоснование вольтамперно-параметрических характеристик фотоэлектрических модулей (Ф-ЭМ) 48
Кимкетов Э. М., Кимкетов М. Д. Фотоэнергетические устройства (Ф-ЭнУ). Применение в условиях Абхазии. 56

АЕКОЛОГИА • ЭКОЛОГИЯ

Ахсалба А. К., Эмба Я. А., Марандиди С. И., Хинтуба Л. В. Бюллетень оперативного мониторинга погоды на территории Абхазии за 2022 год. 66
Пачулия Э. В., Эмба Я. А. Роль давления в формировании сильных ветров и шквалов 85
Углава А. А., Жиба Р. Ю. Сравнительные характеристики гидрохимических и гидрофизических параметров рек Ингур и Кодор 93

<i>Каталандзе М. Р., Дбар Р. С., Вольтер Е. Р.</i> Эффекты концентрирования ихтиопланктона во фронтальной зоне экстремальных и встречных течений у мыса Красный маяк в Абхазии	101
<i>Хачева С. И., Романова Н. С.</i> Фунгицидная активность к возбудителю парши яблони <i>Venturia inaequalis</i> (Cooke) Winter в условиях Абхазии.	111
<i>Хачева С. И., Романова Н. С., Кирия М. С.</i> Видовое разнообразие фитопатогенных грибов <i>Cupressus sempervirens</i> L. на территории Абхазии	121
<i>Голандзия Н. Г., Топчян Ж. Л.</i> Азиатская огневка (<i>Haritalodes basipunctalis</i> Bremer) – новый инвазивный вид на территории Абхазии	130

**АМЕДИЦИНА-БИОЛОГИАТӘ, АҚЫТАНХАМФАТӘ
ТЦААРАДЫРРАҚӘИ АДГБЫЛ ИАЗКУ АТЦААРАДЫРРАҚӘИ
• МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ, СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ
НАУКИ И НАУКИ О ЗЕМЛЕ**

АМЕДИЦИНА • МЕДИЦИНА

<i>Ахуба Л. О., Добаджян Н. В., Джинджолия В. Г., Алексян А. А., Джикирба Р. Р., Тванба М. Д., Гамгия Л. В., Аргун Э. Н., Киласония Э. Ф., Шервашидзе Н. В., Авидзба В. И., Миквабия З. Я.</i> Активность внутриклеточных ферментов у обезьян в сравнительно видовом и возрастном аспектах	135
<i>Маркарова Е. В., Когония Л. М.</i> Длительное сохранение эффекта иммунотерапии Пембролизумабом в качестве II линии лечения рецидива меланомы кожи	145

АБОТАНИКА • БОТАНИКА

<i>Коськин А. В., Читанова С. М., Гулия В. О., Хишба М. В.</i> Гербарий колхидской флоры ГНУ «Ботанического института АНА».	155
--	-----

АГРОНОМИА • АГРОНОМИЯ

<i>Акаба А. Н.</i> Наиболее распространенные субтропические плоды в Республике Абхазия	214
---	-----

АРЕЦЕНЗИАҚӘА • РЕЦЕНЗИИ

- Губаз Э. Ш., Марко Н. В.* Рецензия на книгу З. И. Адзинба «Кальцефильные эндемы флоры Колхиды (География и Экопатология)» (Сухум: Academia, 2021. 215 с.) 221

АИУБИЛЕИҚӘА • ЮБИЛЕИ

- Айба Л. Я., Марко Н. В.* Талантливый руководитель – опора коллектива (к 70-летию Э. Ш. Губаза) 226
- Ашкәы ғыцқәа • Новые книги 232
- Авторцәа ирызкны • Сведения об авторах 233
- «ААР Адыррағара» авторцәа рзы аинформация • Информация для авторов журнала «Вестник АНА» 236

**АФИЗИКА-МАТЕМАТИКАТӘ, АТЕХНИКАТӘ
ТЦААРАДЫРРАҚӘА • ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ
И ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ**

АМАТЕМАТИКА • МАТЕМАТИКА

УДК 517.512

Р. Б. Маршан

**О НЕКОТОРЫХ СВОЙСТВАХ ДВОИЧНЫХ
ПРЯМОУГОЛЬНИКОВ**

Аннотация. Пусть $A_0 = \left\{ [0,1), \left[0, \frac{1}{2}\right), \left[\frac{1}{2}, 1\right), \left[0, \frac{1}{4}\right), \left[\frac{1}{4}, \frac{1}{2}\right), \left[\frac{1}{2}, \frac{3}{4}\right), \left[\frac{3}{4}, 1\right), \dots \right\}$ и обозначим множество двоичных прямоугольников через $A_0^{(2)} = A_0 \times A_0 = \{P = I_1 \times I_2, I_1, I_2 \in A_0\}$.

В статье приводятся некоторые свойства этих двоичных прямоугольников.

Ключевые слова: двоичные прямоугольники, двойная система Хаара.

Пусть $A_0 = \left\{ [0,1), \left[0, \frac{1}{2}\right), \left[\frac{1}{2}, 1\right), \left[0, \frac{1}{4}\right), \left[\frac{1}{4}, \frac{1}{2}\right), \left[\frac{1}{2}, \frac{3}{4}\right), \left[\frac{3}{4}, 1\right), \dots \right\}$

– множество всех, открытых справа, двоичных полусегментов,

Обозначим $A_0^{(2)} = A_0 \times A_0 = \{P = I_1 \times I_2, I_1, I_2 \in A_0\}$ – множество всех, открытых справа и сверху, двоичных прямоугольников из квадрата $[0,1) \times [0,1)$, $|P|$ – площадь прямоугольника P .

Двоичные прямоугольники $A_0^{(2)} = A_0 \times A_0 = \{B = I_1 \times I_2, I_1, I_2 \in A_0\}$ используются для определения двойной системы Хаара и изучения перестановок двойной системы Хаара.

Если обозначим $A = A_0 \cup \{[0,1]\}$,

$A^{(2)} = A \times A = \{P = I_1 \times I_2, I_1, I_2 \in A\}$, $Q = [0,1] \times [0,1]$, то

$X^{(2)} = \{x_\Pi, \Pi \in A^{(2)}\}$ – двойная система Хаара, определенная прямо-

угольниками множества $A^{(2)}$ так:

$$x_\Pi(t) = x_{I_1}(t_1) \cdot x_{I_2}(t_2),$$

где $\Pi = I_1 \times I_2 \in A^{(2)}$, $t = (t_1, t_2) \in Q$,

x_{I_1}, x_{I_2} – функции системы X .

Каждая функция двойной системы Хаара определяется ее носителем – двоичным прямоугольником, на котором ее значения не равны нулю. См. определение двойной системы Хаара в (Weisz 1992: 154) и работе (Маршан 2017: 42–43).

Каждая биекция $\varphi: A^{(2)} \rightarrow A^{(2)}$ порождает оператор перестановки двойной системы Хаара:

$$R_\varphi^{(2)} f = \sum_{\Pi \in A^{(2)}} \hat{f}_\Pi x_\varphi(\Pi), \quad \hat{f}_\Pi = \int_Q f(t) x_\Pi(t) dt, \quad \Pi \in A^{(2)}, \quad f \in L(Q).$$

Перестановки функций двойной системы Хаара и перестановки двоичных прямоугольников равнозначны.

Перестановки функций двойной системы Хаара изучались в работах (Weisz 1992: 153–166; Маршан 2017: 42–44).

Пачкой прямоугольников в $B \in A_0^{(2)}$ назовем всякое множество всех равных прямоугольников с данной длиной и шириной из $A_0^{(2)}$, содержащихся в B .

Сеткой прямоугольников в $B \in A_0^{(2)}$ назовем половину количества всех прямоугольников пачки в B , попарно не смежных друг с другом.

Два прямоугольника одной пачки прямоугольников назовем смежными, если их объединение дает один прямоугольник.

Каждая пачка двоичных прямоугольников в $B \in A_0^{(2)}$ состоит только из двух различных сеток, равных по размерам, входящих в них двоичных прямоугольников.

Каждый двоичный прямоугольник, входящий в данную сетку, однозначно определяет все другие двоичные прямоугольники, входящие в данную сетку.

Всякое конечное множество разных по размерам сеток прямоугольников в $B \in A_0^{(2)}$ назовем дизъюнктивным, если ни один прямоугольник из сеток этого множества не покрывается целиком другими прямоугольниками из этого множества сеток.

Теорема. В каждом двоичном прямоугольнике $B \in A_0^{(2)}$ для всякого натурального числа n найдётся n попарно различных по размерам дизъюнктивных сеток.

Построим удовлетворяющий этой теореме пример n дизъюнктивных сеток в двоичном прямоугольнике $B \in A_0^{(2)}$.

Пусть $B = [a, b) \times [c, d) \in A_0^{(2)}$, и пусть n – натуральное число.

Определим систему элементов $B_k \in A_0^{(2)}$, $k = \overline{1, n}$, так

$$B_1 = \left[a, a + \frac{b-a}{2^n} \right) \times \left[c, c + \frac{d-c}{2} \right), B_2 = \left[a, a + \frac{b-a}{2^{n-1}} \right) \times \left[c, c + \frac{d-c}{2^2} \right), \dots$$

$$B_{n-1} = \left[a, a + \frac{b-a}{2^2} \right) \times \left[c, c + \frac{d-c}{2^{n-1}} \right), B_n = \left[a, a + \frac{b-a}{2} \right) \times \left[c, c + \frac{d-c}{2^n} \right).$$

Каждый из элементов B_k однозначно определяет сетку S_k в B , $B_k \in S_k$, $k = \overline{1, n}$. Так как каждый элемент B_k , $k = \overline{1, n}$, начиная со второго, получается уменьшением ширины в два раза и увеличением длины в два раза предыдущего элемента, ни один элемент из каждой сетки S_k не покрывается целиком элементами из других сеток S_k , $k = \overline{1, n}$.

Система сеток S_k , $k = \overline{1, n}$ искомая.

Литература

Маршан 2017: Р. Б. Маршан. О перестановках двойной системы Хаара. Абхазский государственный Университет. Юбилейное научное издание. Сборник статей. М., 2017. С. 42–44.

Weisz 1992: F. Weisz. On the equivalence of some rearrangements of the two-parameter Haar system, Analysis Math., v. 18 (1992). 153–166.

Р. Б. Маршан

ՓԲԱՆԻ ԻԿՕՍ ԱԿՁԱԿՏՈՒՄԻ ԱՇԱԿՁԱ ՐԿԱՅՏԻԱԿՁԱԿ ԻՐԻՅԿՆԻ

Аннотация. $A_0 = \left\{ \left[0, 1 \right), \left[0, \frac{1}{2} \right), \left[\frac{1}{2}, 1 \right), \left[0, \frac{1}{4} \right), \left[\frac{1}{4}, \frac{1}{2} \right), \left[\frac{1}{2}, \frac{3}{4} \right), \left[\frac{3}{4}, 1 \right), \dots \right\}$ акэзааит,

хыпхъазара рацэара фбаны икоу акъакътаиашакэа арбазааит
 $A_0^{(2)} = A_0 \times A_0 = \{ \Pi = I_1 \times I_2, I_1, I_2 \in A_0 \}$ ала.

Астатиафы иаагоуп убарт фбаны икоу акэакътаиашакэа рказшьякэак.

Ихадароу ажэакэа: фбаны икоу акэакътаиашакэа, фбаны икоу Хаар исистема.

UDC 517.512

R. B. Marshan**ON SOME PROPERTIES OF THE DYADIC RECTANGLES**

Annotation. Let $A_0 = \left\{ \left[0, 1\right), \left[0, \frac{1}{2}\right), \left[\frac{1}{2}, 1\right), \left[0, \frac{1}{4}\right), \left[\frac{1}{4}, \frac{1}{2}\right), \left[\frac{1}{2}, \frac{3}{4}\right), \left[\frac{3}{4}, 1\right), \dots \right\}$ and denote set dyadic rectangles by $A_0^{(2)} = A_0 \times A_0 = \{ \Pi = I_1 \times I_2, I_1, I_2 \in A_0 \}$. The article presents some properties of these dyadic rectangles.

Keywords: the dyadic rectangles, double Haar system.

АФИЗИКА • ФИЗИКА

А. И. Марколия, А. П. Тимошенко

НАЗЕМНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ МИКРОМЕТЕОРИТОВ НА ПОВЕРХНОСТИ МИШЕНЕЙ ИЗ РАЗЛИЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Часть II. Экспериментальные исследования по воздействию микро- частиц (микрометеоритов) на мишени из различных материалов

Аннотация. *Проведение экспериментальных исследований по наземному моделированию воздействия микрометеоритов (микрочастиц) на поверхности различных материалов, имитирующих материалы поверхностей искусственных спутников земли (ИСЗ), является актуальной задачей. Исследования по воздействию ускоренных микрочастиц (частиц) на мишени из различных материалов могут быть использованы не только для моделирующих наземных экспериментов по воздействию микрометеоритов на поверхности искусственных спутников земли ИСЗ, но и для проведения исследований модификации поверхностей различных материалов.*

Представлены экспериментальные исследования по воздействию частиц стали и алюминия, а также порошков окиси алюминия, карбидов циркония и молибдена на мишени из различных материалов, а также исследования по явлению сверхглубокого проникания (СГП) микрочастиц порошков карбида молибдена и циркония (размер частиц $\varnothing \approx (3...30)$ мкм, скорость v – до 1,5 км/с) в твердую сталь (Ст – 20) на глубину $h \sim 104 \varnothing$, известного как эффект Ушеренко. Предложена интерпретация механизма явления СГП микрочастиц в твердой стали.

Ключевые слова: *ускоритель, плазма, давление, конденсаторная батарея, выпрямитель, рентгеновское излучение.*

Введение

Известен исторический факт: 17 ноября 1997 года метеорит «Леонид» пролетел недалеко от ИСЗ (космические аппараты КА, солнечные батареи СБ) и различных средств астроориентации. Распространившийся за метеоритом шлейф в виде потока микрометеоритов (они и были названы «леонидами») привел к дезориентации различных ИСЗ.

Это космическое явление побудило необходимость изучения влияния потоков метеоритной пыли на поверхности материалов ИСЗ.

В НАСА (США) была оперативно создана лаборатория по наземному моделированию исследований воздействия микрометеоритов (микрочастиц)

на поверхности материалов КА, СБ и средств ориентации. Задача проведения исследований по воздействию микрочастиц (частиц) на поверхности различных материалов остается актуальной и для проблемы модификации при поверхностной области различных металлов.

При воздействии микрометеоритов на ИСЗ последние могли быть выведены из строя. Существует предположение, что ИСЗ OLIMPUSESA (*Caswel 1995*), находящийся на геостационарной орбите, потерял ориентацию и из-за воздействия на него метеоритного ливня прекратил существование.

Наличие на околоземных орбитах высокоскоростных техногенных пылевых бурь (микрометеоритов), а также растущие требования к надежности и долговечности КА и СБ и появление новых материалов привели к разработке и созданию в СФТИ ускорительной установки микрочастиц (частиц).

Поверхности станции «Мир» подвергались воздействию метеоритных частиц (*Никитушкина 2002; 2006*). В результате этого образованные на их поверхности кратеры за счет возникающих ударных волн вызывали изменения на площади S , значительно превосходящей площадь собственной поверхности частиц S^* ($S \gg S^*$). Чувствительными к воздействию микрометеоритов являются материалы конструкций КА, СБ, систем астроориентации, различных устройств и приборов.

Практический интерес может вызвать ускоритель метания микрочастиц с помощью гигантских импульсов ОКГ (*Обухов 1978; Palmer 2000*). При этом скорость микрочастиц (70 % SiO_2 , 15–20 % Al_2O_3) с массой $m \approx (10^{-3} - 10^{-8})$ г достигала несколько десятков метров в секунду. Микрочастицы, ускоренные до скоростей $v \approx (0,1 - 10)10^3$ м/с и массой $m \sim (10^{-10} - 10^{-16})$ г можно было получать с помощью весьма дорогостоящих линейных ускорителей (*Семкин 2007*).

Широко применялись методы ускорения микрочастиц с помощью окружающего их взрывного вещества (*Петров 2010*). При этом ускоренные частицы распространялись в пространстве в виде полусферы. На пути распространения ускоренных микрочастиц располагались мишени из различных материалов. При этом использовалась лишь незначительная часть ускоряемых микрочастиц. Такой метод формирования ускоренных частиц использовался во многих работах, включая работы Ушеренко С.М. в соавторстве, обнаружившего явление сверхглубокого проникания (СГП) в твердых сталях (*Usherenko 1983; 2004*).

Наличие существующих и предлагаемых методов ускорения микрочастиц поставило актуальную задачу создания ускорителя, формирующего микрочастицы с массой $m \approx (10^{-4} - 10^{-9})$ г и скоростью $v \approx (0,4 - 10) \cdot 10^3$ м/с. Такие ускорители могут найти применение не только для моделирующих

наземных экспериментальных исследований по воздействию микрометеоритов на материалы различных объектов ИСЗ, но и для изучения вопросов модификации поверхностей различных материалов, включая металлы, диэлектрики и полупроводники. При этом желательно иметь ускорители многоразового использования, способные производить за рабочую смену до 10^2 выстрелов.

В настоящей работе сообщается о проведении экспериментальных исследований по воздействию микрочастиц (частиц) на поверхности различных металлов и диэлектриков. Исследования проводились на экспериментальной установке с использованием ускорителя – метателя частиц (Войтенко 2009; Тимошенко 2010; 2011).

Краткое описание экспериментальной установки

Экспериментальные исследования по воздействию частиц (сталь, алюминий) и микрочастиц (порошки окиси алюминия, карбиды молибдена и циркония) на мишени из различных материалов были проведены на установке, блок-схема которой представлена на *рисунке 2.1*. Емкость конденсаторной батареи источника питания ускорителя микрочастиц (частиц) 1 составляла $C_0 = 16 \cdot 10^{-6}$ Ф. Батарея состояла из двух конденсаторов типа ИМ – 20 – 8 и заряжалась от высоковольтного выпрямителя, собранного по мостовой схеме на диодах типа СВЛ 035750 с возможностью заземления плюса или минуса. Ограничивающее ток водяное зарядное сопротивление составляло $R \approx 20$ МОм. Регулировка зарядного напряжения осуществлялась по низковольтному входу высоковольтного трансформатора с помощью регулятора напряжения РНО–20.

Скорость микрочастиц (частиц) определялась методом «маятника» и по времени пролета известного расстояния пьезоэлектрическим датчиком (ПД). ПД позволял определять как скорость отдельной частицы, так и ансамбля микрочастиц.

Ускоритель микрочастиц (частиц) 2, устройство юстировки 3, мишень 4 и ПД 5 устанавливались на оптической скамье 4. Разрядная камера со стволом ускорителя, узлом юстировки, мишенью и датчиком ПД располагались на общей оптической скамье. Все эти узлы устанавливались на подвижных, с фиксацией на определенном расстоянии и высоте, устройствах с пазами у основания в виде «ласточкина хвоста».

Устройство юстировки предназначалось для совмещения на одной оси ствола ускорителя, датчика измерения скорости частиц и мишени. Устройство было выполнено из оргстекла цилиндрической формы диаметром 50

и длиной 60 мм соответственно с обозначением центров по окружности. Оптические центры совмещались с центром выходного отверстия ускорителя и мишени, либо с центром датчика ПД. Все это позволяло оперативно устанавливать необходимые для экспериментов узлы и детали с достаточной для экспериментов точностью.

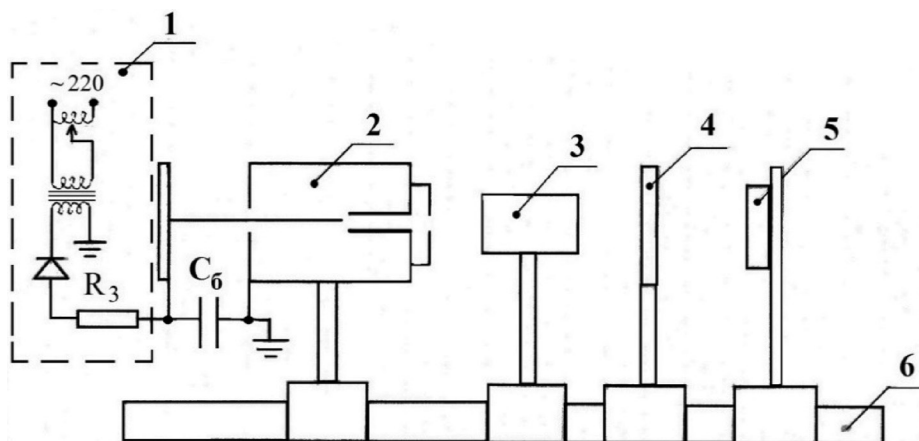


Рисунок 2.1. Блок-схема экспериментальной установки: 1 – схема питания конденсаторной батареи, 2 – ускоритель частиц, 3 – устройство юстировки, 4 – мишень, 5 – пьезоэлектрический датчик (ПД) измерения скорости частиц, 6 – оптическая скамья (рельс)

Прежде чем воздействовать на мишень, проводилось измерение скорости частиц (микрочастиц). При этом была осуществлена и предварительная юстировка ускорителя и устройства ПД, после чего устройство юстировки удалялось. Далее вместо узла ПД устанавливалась мишень. Для потока микрочастиц определялась их максимальная и минимальная скорости.

Экспериментальные исследования по воздействию микрочастиц (частиц) на мишени из различных материалов

Воздействие одиночной стальной частицы ($\varnothing 1,6$ мм) при скорости $v \leq 150$ м/с и алюминиевой ($\varnothing 1,7$ мм; $h 1$ мм) при $v \leq 250$ м/с на поверхность мишени из алюминия в виде пластины толщиной 1 мм приводило к образованию кратеров. Образованные кратеры имели форму полусферы для стального шарика и близкую к полусфере – для цилиндрической алюминиевой частицы. Такая же форма кратеров наблюдалась и на других материалах, обладающих пластичностью (латунь, медь и сталь X18H9T).

Экспериментально обнаружено, что, начиная с некоторой скорости частиц (удельная плотность энергии), на мишени наблюдаются цвета побежалости в виде почернения в форме окружности с оплавлением центральной части кратера (рисунки 3.1а). Происходит изменение текстуры поверхности металла в месте воздействия частицы. Наблюдаемое почернение (ореол), по-видимому, связано с процессом окисления при повышенной температуре в атмосфере. Такая картина наблюдается при скорости стальной частицы ($\varnothing 1,6$ мм, $m \approx 16,4 \cdot 10^{-3}$ г), $v \approx 150$ м/с и алюминиевой ($\varnothing 1,7$ мм; $h 1$ мм; $m \approx 6,2 \cdot 10^{-3}$ г) $v \approx 250$ м/с.

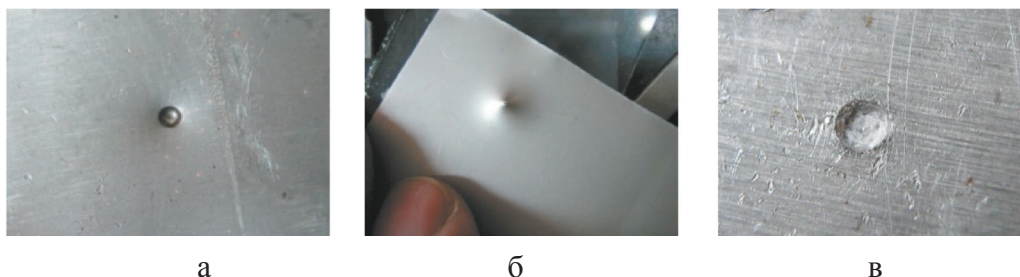


Рисунок 3.1 Фото лицевой (а) и тыльной (б) стороны алюминиевой пластины после воздействия стальной частицы; кратер (фото в, увеличение $\times 3$) на алюминиевой пластине после воздействия алюминиевой частицы ($\varnothing 1,7$; $h 1$)

На рисунке 3.1б приведено фото тыльной стороны той же пластины. При меньшей скорости стальной частицы $v < 150$ м/с образование кратеров происходит без изменения текстуры поверхности металла (рисунки 3.1в). На фото (рисунки 3.1в) представлено увеличенное ($\times 3$) изображение кратера после воздействия алюминиевой частицы ($\varnothing = 1,7$ мм, $h = 1$ мм) при скорости $v \approx 200$ м/с. Видно, что текстура и цвет на поверхности металла практически не претерпевает существенных изменений.

Фото (рисунки 3.1 а,б) демонстрируют не только динамическое, но и термическое воздействие от ускоренной частицы, вплоть до процесса оплавления при поверхностной области металла. Аналогичная картина наблюдалась и при воздействии частиц стали и алюминия на пластины ($\Delta \approx 0,5 \div 1$ мм) из нержавеющей стали и дюралюминия.

Следует особо отметить, что увеличение диаметра алюминиевой частицы до 2,5 мм при той же скорости (~ 250 м/с) при воздействии на мишени из алюминия появлялись кратеры почти такого же сечения ($\varnothing 2,5$). Но при этом не было выраженного изменения текстуры поверхности материала мишени в кратере.

Удельная энергия ε стальной со скоростью $v \approx 150$ м/с и алюминиевой – со $v \approx 250$ м/с частиц при их практически одинаковом сечении ($\varnothing 1,6; 1,7$), определенная по формуле:

$\varepsilon = mv^2/2S$, где S – сечение частицы, составляет величину $\varepsilon \approx 9,2$ Дж/см², для алюминиевой – $\varepsilon \approx 8,6$ Дж/см² соответственно. С учетом погрешности измерения массы и скорости частиц можно утверждать, что существует некоторая «критическая» величина удельной энергии ($\varepsilon \approx 9$ Дж/см²), начиная с которой происходят фазовые и структурные превращения в приповерхностной области металлической мишени. Другими словами, происходит модификация материала в приповерхностной области.

Экспериментальные исследования показали, что с некоторой величины скорости стальная ($\varnothing 1,6$ мм) и алюминиевая ($\varnothing 1,7$ мм; $h 1$ мм) частицы проникают в глубь металлов и диэлектриков (медь, алюминий, свинец, кевлар, тефлон и др.) исследуемых мишеней. На *рисунке 3.2 а, б* приведены фото внедренных (указаны иглой) на глубину $h \approx 1,2; 1,6$ мм стальных частиц ($\varnothing 1,6$ мм) в алюминиевую пластину при скорости $v \approx 350; 400$ м/с соответственно ($U_3 \approx 16; 17,5$ кВ). На *фото (в)* видна внедренная стальная частица ($U_3 \approx 20$ кВ) при максимальной скорости $v \approx 500$ м/с; при этом глубина ее проникновения составляет $h \geq 2$ мм.

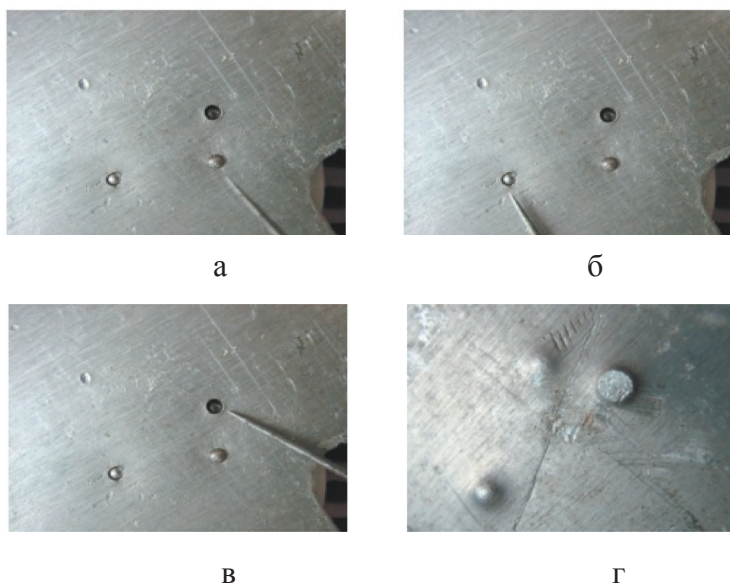


Рисунок 3.2. Фото внедренных в алюминиевую пластину ($\Delta 1,5$ мм) стальных частиц при скорости $v \approx 350$ м/с (а); $v \approx 400$ м/с (б); $v \approx 500$ м/с (в) и оборотной стороны (г)

На фото (*рисунок 3.2г*) представлена оборотная сторона пластины. Видно, что материал мишени обладает хорошей пластичностью. Об этом свидетельствуют возвышения от усилия внедренных частиц в виде конусов высотой 0,4 и 0,65 мм. При наличии плоской преграды с обратной стороны мишени виден усеченный конус с уплощенной поверхностью в виде круга диаметром 2,5 мм; при этом скорость стальной частицы $v \approx 500$ м/с. На поверхности произошло оплавление, которое сохранялось в течение длительного времени (более года), при этом поверхность оставалась блестящей, т.е. не подвергалась окислению. По-видимому, на поверхности образовалась тонкая пленка ($\Delta \sim 10 \text{ \AA}$) окиси алюминия, либо поверхность подверглась аморфности. Отметим, что поверхности мишеней не подвергались предварительной обработке.

При воздействии стальной частицы ($\varnothing 1,6$ мм; $m \approx 16,4 \cdot 10^{-3}$ г) со скоростью ≈ 500 м/с в свинцовой мишени ($\Delta 1$ мм), размещенной вплотную к поверхности медной пластины, произошла перфорация (*рисунок 3.3а*). На обратной стороне (*рисунок 3.3б*) – на поверхности пластины и на частице – наблюдалось наплавление свинца. При этом на медной пластине образовался кратер глубиной $h \approx 0,5$ мм со свинцовым оплавлением. Как и на алюминиевой пластине, блеск поверхности свинца, подверженного воздействию частицы, также сохранялся в течение длительного времени (более года).



а



б

Рисунок 3.3. Фото свинцовой пластины ($\Delta 1,8$), бомбардируемой стальной частицей при скорости $v \approx 500$ м/с; а) – лицевая сторона, б) – обратная сторона. Свинцовая пластина обратной стороной вплотную примыкает к медной пластине

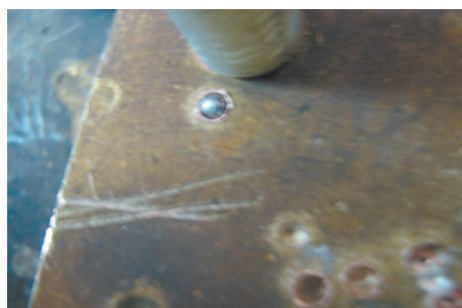
Эти явления могут быть связаны со сверхбыстрым прогревом тонкого поверхностного слоя мишени вплоть до оплавления и таким же быстрым его охлаждением, вследствие чего образуется блестящая аморфная плен-

ка (металлическое «стекло»), обладающая высокой коррозионной стойкостью. И действительно, хорошо известно, что если жидкий металл остудить со скоростью $\Delta T/\Delta t \sim 10^6 \text{ }^\circ\text{C}/\text{с}$, в нем не успеют образоваться кристаллы; металл представляет собой как будто бы твердую жидкость с хаотическим расположением атомов. По оценкам, время передачи энергии от частицы к мишени в эксперименте составляет $\Delta t \approx h / v_{\text{ср}} \approx 1 \cdot 10^{-3} \text{ м} / 2,5 \cdot 10^2 \text{ м/с} = 4 \cdot 10^{-6} \text{ с}$. Передаваемая энергия идет на увеличение температуры при поверхностной части как мишени, так и самой частицы. Полагая температуру плавления металла, например, свинца $T_{\text{пл}} \approx 200 \text{ }^\circ\text{C}$, получим результат $\Delta T/\Delta t \sim 10^8 \text{ }^\circ\text{C}/\text{с}$. Эта величина превышает необходимую величину скорости изменения температуры почти на два порядка.

На рисунке 3.4 *а, б* представлены фото стальных частиц, внедренных в медную пластину. Медная пластина служила передней частью датчика ПД. Частицы внедрены на глубину $h \approx 0,8 \text{ мм}$. Металл, как мы видим на фото, буквально выплескивается из кратера, образуя на поверхности возвышения в виде вала, напоминая воронку от разрыва снаряда.



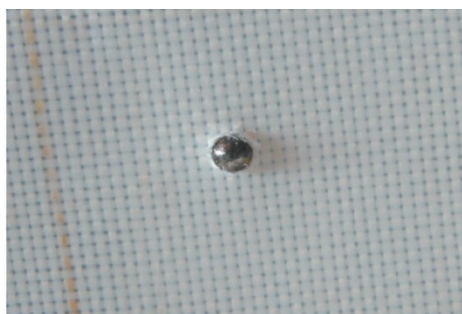
а



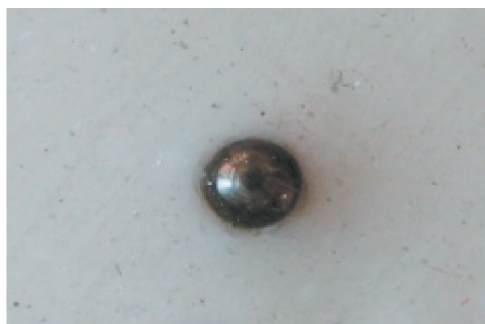
б



в



г



д

е

Рисунок 3.4. Фото стальных частиц, внедренных в медь (а, б), алюминиевой и стальной – в кевлар (в, г), алюминиевой частицы – в пластину алюминия (д) и стальной – в тефлон (е). (а) $h \approx 1,2$ мм – (б), а скорость частиц составляла $v \approx 350$ и $v \approx 450$ м/с соответственно

На фото (рисунок 3.4б) в правом нижнем углу виден неглубокий кратер со следами оплавленного свинца – след от свинцовой пластины, вплотную примыкающей обратной стороной к медной пластине датчика ПД.

Воздействие частиц алюминия ($\varnothing 1,7$, h_1), стали ($\varnothing 1,6$) на мишень из прочного материала (кевлар) представлено на фото (рисунок 3.4 в, г). Было пробито три слоя. При этом толщина каждого $\Delta = 250$ мкм; скорость алюминиевой частицы (в) составляла $v \approx 700$ м/с, стальной (г) – $v \approx 400$ м/с. На рисунке 4д приведено фото внедренной алюминиевой частицы ($\varnothing 1,7$; h_1) в алюминиевую мишень; скорость частицы составляла $v \approx 700$ м/с.

На фото 3.4б в правом нижнем углу виден неглубокий кратер со следами оплавленного свинца – след от свинцовой пластины, примыкающей вплотную обратной стороной к медной пластине датчика ПД.

Частицы стали ($\varnothing 1,6$) при скорости $v < 250$ м/с «отскакивают» от поверхности упругого материала мишени – тефлона, образуя кратеры глубиной $h \approx (0,5-0,8)$ мм. Однако при скорости $v \approx 250$ м/с стальная частица была внедрена в диэлектрический материал – тефлон (рисунок 4е) – на глубину не менее 0,9 мм, т.е. на глубину более половины диаметра частицы.

На фото (рисунок 3.5а) представлена алюминиевая частица ($\varnothing 2,5$; $h 2,5$) после воздействия на медную пластину толщиной 3 мм при скорости $v < 250$ м/с на том же фото (рисунок 3.5а) справа приведено фото алюминиевой частицы до ее воздействия на мишень. На фото четко просматриваются следы оплавления с образованием полусферы, а также увеличение первоначальной площади от воздействия частицы более чем в 1,5 раза. Форма частицы после сверхбыстрого расплава и застывания напоминает розетку.

На *рисунке 3.5б* показаны фоточастицы алюминия ($\varnothing 1,7$; h_1) после воздействия на пластину органического стекла (*рисунк 3.6 б*). Это указывает, что на частице при ударе о мишень появилось кольцевое образование, которое может быть обусловлено появлением ударной волны, распространяемой по радиусу от центра частицы, ограничено ее диаметром и зафиксировано вследствие мгновенного расплава и остывания металла. Фото (*рисунк 3.5в*) демонстрирует образование капли расплава в виде шарика и расплава остальной площади при воздействии частицы на мишень.

Приведенные фото указывают на сложные динамические процессы, которые происходят при столкновении частиц с материалами преград. По-видимому, существует многофункциональная зависимость. При столкновении частицы с мишенью происходит преобразование кинетической энергии в тепловую. Значительная часть кинетической энергии частицы при столкновении с мишенью идет на термическое воздействие, включая испарение и оплавление приповерхностной части вещества мишени, размягчение ее большей части, образование ударной волны, а также на образование кратера (а), либо растрескивание и откол с тыльной стороны мишени, например, из органического стекла (*см. рисунок 3.6*) с образованием лунки в виде полусферы на передней стороне.

Фото (*рисунк 3.6*) демонстрируют воздействие стальной (а, б) и алюминиевой (в) частиц на пластину из органического стекла. Фото демонстрируют, что отколы имеют различную геометрию. При малой скорости частицы ($v \approx 200$ м/с) на мишени (а) наблюдается лишь растрескивание. На *рисунке 3.6б* на обратной стороне пластины виден откол, образовавшийся от воздействия стального шарика при скорости $v \approx 500$ м/с с образованием лунки в виде правильной формы круга на передней стороне. От алюминиевой частицы в форме цилиндра при скорости $v \sim 900$ м/с откол имеет форму, близкую к окружности (в). Это может быть связано с изменением ее геометрии в процессе воздействия на мишень. Явление откола материала на обратной стороне мишеней может быть обусловлено воздействием образовавшейся ударной волны вследствие эффекта дальнего действия (*Жабров 2007; Войтенко 2008*).

Проводились экспериментальные исследования и с материалами с малой удельной плотностью вещества ρ , включая пористый упругий пенопласт (подобен материалу аэрогелю с малой удельной плотностью – $\rho \approx 2$ кг/м³) с $\rho \approx 25$ кг/м³, и пенопласт – с $\rho \approx 35$ кг/м³, удаленным от ускорителя на расстояние ~ 1 м, стальная частица ($\varnothing 1,6$ мм) и алюминиевая ($\varnothing 1,7$ мм; $h 1$ мм) проникали на глубину более 20 мм (*рисунк 3.7а, б*). При этом скорость частиц была максимальной. Заметим, что аэрогель – материал,



а

б

в

Рисунок 3.5. Фото частиц алюминия (\varnothing 2,5 мм; h 2,5 мм) после воздействия на медную пластину (а); скорость частицы $v \approx 400$ м/с. Рисунок 3.5б, в – фото частиц после воздействия частицы алюминия (\varnothing 1,7 мм; h 1 мм) на пластину органического стекла ($v \approx 500$ м/с). Квадрат на бумаге соответствует площади $5 \cdot 5$ мм². Толщина медной пластины $\Delta = 3$ мм; органического стекла – $\Delta = 2$ мм



а

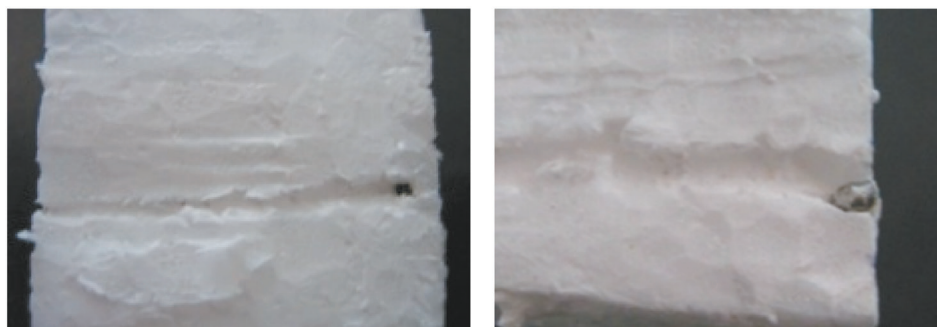
б

в

Рисунок 3.6. Фото пластины оргстекла (Δ 2 мм), подвергшейся воздействию частиц стали (а) при скорости частицы $v \sim 200$ м/с, (б) – $v \sim 500$ м/с; алюминия (в) при $v \sim 900$ м/с

который используется для улавливания микрометеоритов при его размещении на поверхности различных ИСЗ.

На рисунке 3.7 представлены фото разреза пенопласта с каналами, образованными после воздействия стальной (а) и алюминиевой (б) частиц. Видно, что частицы проникают практически на всю глубину ($h \geq 20$ мм) материала мишени; толщина пенопласта $\Delta = 25$ мм. На фото (рисунк 3.7) видно, что полости каналов от ускоренных частиц в мишенях имеют негладкие рваные границы, а их траектории непрямолинейные. К тому же от алюминиевой частицы диаметр канала заведомо больше ее диаметра. Это свидетельствует, что частица, преодолевая препятствие, из-за неоднородности материала, по-видимому, вращается вокруг своего центра тяжести.



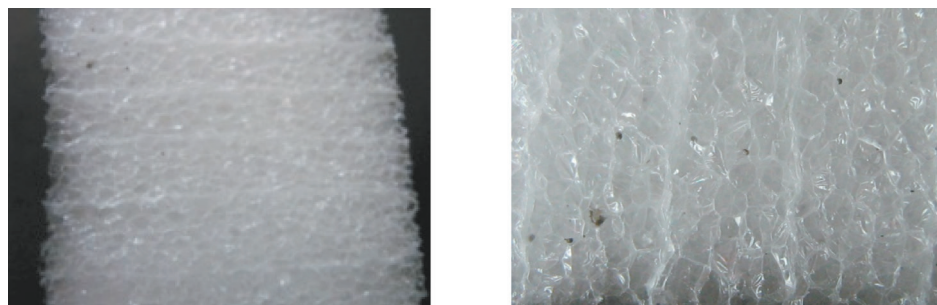
а

б

Рисунок 3.7. Фото пенопласта, подверженного воздействию стальной (а) и алюминиевой (б) частиц. Скорость стальной частицы $v \approx 500$ м/с, алюминиевой – $v \approx 900$ м/с

Полученный результат указывает, что интерпретация результатов взаимодействия неправильных по форме частиц с материалами мишеней будет всегда затруднена. Поэтому для чистоты эксперимента следует использовать частицы правильной сферической формы.

В пенопласте отдельные микрочастицы порошка окиси алюминия проникали на глубину ~ 20 мм. На *рисунке 3.8* приведено фото пенопласта ($\rho = 25$ кг/м³),



а

б

Рисунок 3.8. Фото упругого пенопласта (а), подверженного воздействию микрочастиц порошка Al_2O_3 , (б) – фото с внедренной частицей в пенопласте (x20)

Отметим, что микрочастицы в основном имели форму, близкую к форме шарика.

При использовании парафина в качестве мишени отметим его некоторые особенности. Парафин является твердым органическим соединением

– молекулярным кристаллом, В узлах кристаллической решетки находятся молекулы, связь между которыми осуществляется лишь Ван-дер-Ваальсовыми силами (Яворский 1964). Иными словами, присутствуют лишь силы физической связи (силы Ван-дер-Ваальса), а химические отсутствуют.

Отметим, что ускоренные микрочастицы в основном имели правильную форму в виде шарика, близкую к сферической.

На *рисунке 3.9а* представлено фото со стороны воздействия частицы на плоскую поверхность парафина. При воздействии стальной частицы ($\varnothing 1,6$ мм) со скоростью $v \approx 500$ м/с на плоскую мишень из парафина частица проникает, как видим на фото (*рисунк 9б*), на глубину (указана стрелкой) $h_1 \approx 12,5$ мм. Фото (в) приведено для частицы со скоростью $v \approx 250$ м/с. Видно, что глубина проникновения в соответствии с изображением на *рисунке 3.9* в $h_2 \approx 2,2$ мм, что значительно меньше глубины h_1 .

Мы видим (*рисунк 3.9б*), что частица располагается внутри парафина; образованный канал от ускоренной частицы как бы закрывается за ней на глубине $h \approx 7,5$ мм.

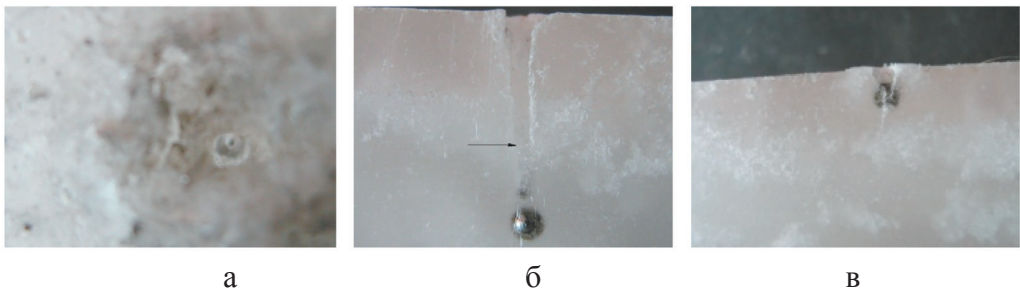


Рисунок 3.9. Фото внедренных в парафин частиц ($\Delta 20$ мм): (а) – вид со стороны воздействия стальной частицы ($\varnothing 1,6$), (б) – разрез вдоль канала проникновения частиц: при скорости $v \approx 500$ м/с и (в) – $v \approx 250$ м/с

Стрелка (*рисунк 9б*) указывает на точку схлопывания парафина над частицей. По оценке отношение скоростей частиц $v_1/v_2 \approx 2$, а глубин – $h_1/h_2 \approx 6$. Если учесть, что энергия частицы пропорциональна её квадрату скорости (v^2), то глубина проникновения частиц должна быть $h \sim v^2$. Однако отношение $v_1^2/v_2^2 \approx 4$, что почти в полтора раза отличается от соотношения h_1/h_2 .

Таким образом, использование парафина как материала, имеющего кристаллическую структуру, дает некоторое представление о механизме СГП микрочастиц в вещество. Вероятно, в механизме СГП в твердой стали решающую роль играет наличие или отсутствие сил химической связи.

При воздействии на медную мишень стальная частица с максимальной скоростью $v_{\max} \approx 500$ м/с проникает на глубину $h \approx 1 \cdot 10^{-3}$ м и тормозится

до нулевой скорости ($v_{\min} = 0$). Частица тормозится в мишени за время $\tau = h/v_{\text{cp}}$, где $v_{\text{cp}} = (v_{\max} + v_{\min})/2$.

С учетом, что $v_{\text{cp}} = 250$ м/с, время торможения частицы в мишени составляет $\tau \approx 1 \cdot 10^{-3} \text{ м} / 250 \text{ м/с} = 4 \cdot 10^{-6} \text{ с}$. Зная кинетическую энергию частицы ($E = 2$ Дж) и время торможения ($4 \cdot 10^{-6} \text{ с}$) в медной мишени, оценим поток мощности $W = E/\tau = 5 \cdot 10^5 \text{ Вт}$. Плотность потока энергии на границе частица – медная мишень с учетом площади сечения (полусфера $S \approx 4 \cdot 10^{-2} \text{ см}^2$) $\varepsilon = E/S = 50 \text{ Дж/см}^2$. Плотность мощности при длительности воздействия на мишень частицы $\tau = 4 \cdot 10^{-6} \text{ с}$:

$$w = W/S \approx 1.25 \cdot 10^7 \text{ Вт/см}^2.$$

При падающем потоке энергии от микрочастиц на мишень температура на границе тела (T_r) и глубина теплового слоя (h_r) в ней растут со временем как $\sqrt{\tau}$ (Конкашбаев 1991):

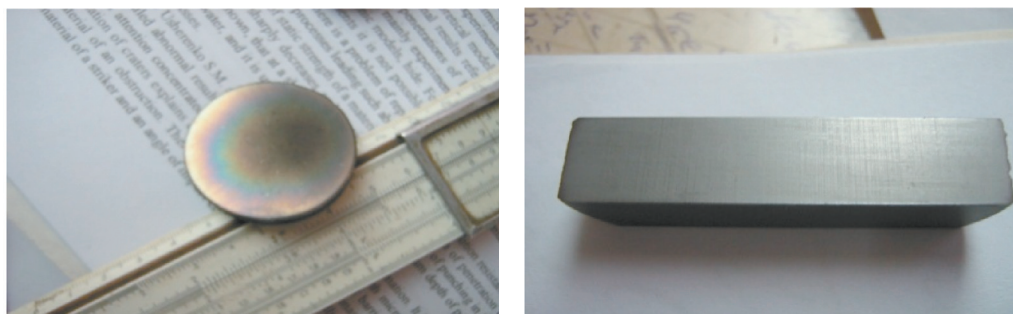
$T_r \approx (W_0/\sqrt{\chi \rho}) \cdot \sqrt{\tau}$; $h_r \approx \sqrt{\chi \tau}$; $\chi = \kappa/\rho c_v$,
где ρ – удельная плотность вещества, c_v – удельная теплоемкость, κ – теплопроводность и χ – температуропроводность металла.

Величину температуры, оцениваемую на границе металл – мишень, с учетом того, что коэффициент теплопроводности меди $\kappa = 3,5 \text{ Дж/см} \cdot \text{с} \cdot \text{град}$. ($T = 700$ °C) для $\tau = 4 \cdot 10^{-6} \text{ с}$ и плотности мощности $w \approx 12,5 \text{ МВт}$ температура $T_r \approx 18 \cdot 10^3$ °C; глубина $h_r \approx 1,42 \cdot 10^{-3} \text{ см}$. У стальной частицы теплопроводность $\kappa \approx 0,2 \text{ Дж/см} \cdot \text{с} \cdot \text{град}$, и, полагая равными потоки мощности вперед от частицы и обратно к ней ($W \approx 6,25 \text{ МВт}$), то с учетом такого распределения энергии получим температуру на границе частица – медная мишень

$T_r \approx 9 \cdot 10^3$ °C; для стали – $T_r \approx 30 \cdot 10^3$ °C. Глубина прогретого слоя меди $h_r \approx 1,4 \cdot 10^{-3} \text{ см}$ и для стали – $h_r \approx 0,7 \cdot 10^{-3} \text{ см}$ соответственно. Естественно, что при такой температуре произойдет испарение приповерхностных слоев указанной толщины обоих материалов. Однако в действительности энергия частицы перераспределяется на более широкий спектр явлений, включая динамическое и тепловое воздействие, разогрев до плавления и испарения, фазовые превращения взаимодействующих металлов, упругие волны и т. д. Полученная оценка температуры поверхности частицы значительно превосходит величину температуры, приведенную в работе (Петров 2010).

Далее были проведены экспериментальные исследования по воздействию ускоренных микрочастиц карбида молибдена и циркония на мишень из твердой стали; при этом частицы имели преимущественно размеры по диаметру $\varnothing \approx (3 \dots 30)$ мкм.

На рисунке 3.10 представлены фото облученной стальной мишени (а) и ее шлифа (б).



а

б

Рисунок 3. 10: а – облученная стальная мишень (Ст-40; Ø40, Δ10),
б – шлиф среза по глубине мишени

На рисунке 3.11а приведено фото увеличенной полости канала ($\times 900$), образованной ускоренной микрочастицей карбида циркония. Образование полости канала на входе в мишень носит «взрывной» характер (рисунк 11а) и обычно имеет диаметр $\varnothing \sim (10 \div 40)$ мкм. На глубине $h \approx 40$ мкм от входа в мишень диаметр полости канала составлял $\varnothing \approx 5$ мкм.

Фото канала ($\times 1800$) на глубине мишени $h \approx 4$ мм приведено на рисунке 3.11б; диаметр канала $\varnothing \approx (4-5)$ мкм. На фото видны рваные края полости канала, при этом каналы имеют непрямолинейную форму, как и каналы, образованные от ускоренных одиночных частиц в пенопласте (рисунк 3.7а, б). При этом максимальная скорость микрочастиц составляла $v \approx (800 - 1000)$ м/с; минимальная – $v \sim (120-150)$ м/с.

Особо следует отметить, что стенки каналов имели вид почернения с цветами побежалости, что свидетельствует, что стенки канала подвергались термическому воздействию.

Ранее был проведен отдельный эксперимент с целью определения величины температуры, при которой на поверхности нержавеющей стали Х18Н9Т в атмосфере воздуха появлялись цвета побежалости. Проводили медленный подъем температуры термического контейнера с размещенным в нем образцом, наблюдая за его поверхностью. В результате было обнаружено, что при нагреве стали в атмосфере воздуха цвета побежалости с синевой появлялись при температуре $T \geq 500$ °С.

Фото (рисунк 3.11) получены на микроскопе прибора ПМТ-3М с использованием цифрового фотоаппарата CANON-430.

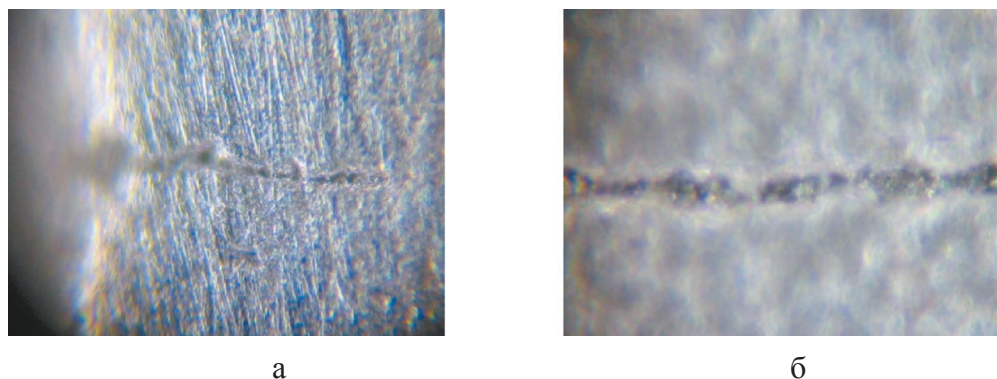


Рисунок 3.11. Фотографии полости каналов на входе в стальную мишень (а) и на глубине $h \approx 4$ мм (б)

Из результатов исследований следует также, что соотношение глубины проникновения к диаметру частиц составляет $h/\varnothing \sim 10^4$. Полученный результат согласуется с широко известными данными работ других авторов процесса СГП – «эффекта Ушеренко» в твердых сталях.

Проводились также спектральные исследования на определение наличия материала облучаемых частиц на обратной стороне стальной мишени, толщиной 10 мм. На обратной стороне облученной стальной мишени карбидом циркония спектральными методами обнаружены следы циркония с малой концентрацией $\sim 10^{-3}\%$. Спектр излучения регистрировался с использованием спектрографа ИСП-22. Пробы с мишени помещались в графитовые электроды и испарялись в дуге при постоянном токе $I = 15$ А. Пробы извлекались из глубины $h \approx 0,5$ мм сверлением ($\varnothing 1$ мм) с обратной стороны стальной мишени.

Таким образом, экспериментально было подтверждено явление СГП частиц в твердую сталь. В процессе СГП частиц наблюдаются образованные ими характерные прерывистые, непрямолинейные полости в виде каналов, аналогичных тем, которые наблюдались в каналах материала из пенопласта, сформированных от воздействия одиночных частиц (рисунки 3.7).

На основании результатов экспериментальных исследований был предложен механизм СГП частиц. Механизм СГП может быть представлен следующим образом: при ударе частицы о поверхность твердой стали происходит преобразование её кинетической энергии в тепловую. При этом происходит значительный нагрев материала мишени. При высоких температурах химические связи в металле разрушаются, из-за этого среда становится размягченной и пластичной, происходит поступательное движение частицы до полной потери её энергии (диссипации) в материале мишени.

Кинетическая энергия от соударения частиц с поверхностью мишени преобразуется также в упругие продольные (включая ультразвуковые) волны.

3.2. Экспериментальные исследования воздействия ускоренного потока микрочастиц на мишень из меди, обладающей высокой теплопроводностью. Оценка глубины внедрения одиночных частиц в мишени из различных материалов

В предыдущем разделе широко представлены результаты экспериментальных исследований по воздействию потока микрочастиц, а также одиночных на мишени из различных материалов. Особое внимание уделено механизму явления СГП в твердых сталях. Однако было замечено, что при воздействии потока микрочастиц на медную мишень, обладающую теплопроводностью, более чем на порядок превышающей теплопроводность твердых сталей, этого явления не наблюдалось

Определенный интерес вызывает также проведение расчетных оценок глубины внедрения частиц в мишенях из различных металлов, а также их сопоставление с ранее полученными экспериментальными результатами.

3.2.1. Результаты экспериментальных исследований и их обсуждение

Исследования по воздействию потоков микрочастиц («микрометеоритов») на металлическую мишень, обладающую теплопроводностью, значительно превышающую теплопроводность твердой или инструментальной стали, вызывают особый, не только научный, но и практический интерес. В качестве такого материала была выбрана медь.

Следует напомнить, что материалы мишеней (металлических, диэлектрических), ранее используемые в экспериментальных исследованиях, различались существенно, более чем на порядок по теплопроводности. Так, например, величина теплопроводности меди более чем на порядок (а иногда и на два-три) превышала теплопроводность других используемых в экспериментах материалов. Наличие металлов с высокой теплопроводностью и сопоставление результатов экспериментальных исследований воздействия на них потока микрочастиц с полученными ранее результатами вызывает особый интерес. В связи с этим обстоятельством рассмотрим вопрос взаимосвязи теплопроводности и электропроводности в металлах.

Высокая электропроводность металлов позволяет считать, что, по крайней мере, часть валентных электронов атомов металла находится в свободном состоянии и может перемещаться по всему его объему. Этим можно объяснить наличие в металлах свободных электронов. О наличии свободных электронов свидетельствует и явление эмиссии электронов, наблюдаемое при повышенных температурах металлов.

Известно, что при наличии свободных электронов теплопроводность и электропроводность в металлах имеют зависимость, описываемую законом Видемана – Франца – Лоренца. При этом отношение коэффициента удельной теплопроводности κ к удельной электропроводности σ постоянное и изменяется пропорционально величине температуры T :

$$\kappa / \sigma = LT, \quad (3.2.1)$$

где $L = 2,47 \cdot 10^{-8} \text{ Вт} \cdot \text{Ом} / \text{К}^2$ – постоянная Лоренца.

Взаимосвязь теплопроводности κ и электропроводности σ в металлах в основном обусловлена движением свободных (несвязанных) электронов. В формуле (3.2.1) учтен факт, что теплопроводность κ в металлах обусловлена электронной составляющей ($\kappa = \kappa_e$). В действительности, теплопроводность (кроме электронной составляющей κ_e) может включать и решеточную κ_p , связанную с фоновыми колебаниями (колебания решетки) с появлением внедренных газов, частиц, различных дефектов и т.д. При этом коэффициент удельной теплопроводности включает компоненту решеточной теплопроводности κ_p и может быть записан в виде: $\kappa = \kappa_e + \kappa_p$

Если рассмотреть металлические (к примеру, медные) пленки нанотолщин $\Delta \approx 10 \text{ нм}$, то величина удельного сопротивления превышает удельное сопротивление медного сплошного проводника более чем на порядок. Действительно, в работе (Быков 2000) отмечено, что существует экспоненциальная зависимость удельного сопротивления от толщины медной пленки. На рисунке 3 той же работы мы видим, что удельное сопротивление пленки при толщине 12 нм превышает удельное сопротивление пленки с толщиной $\Delta \geq 60 \text{ нм}$ в 16 раз. Следует отметить, что дальнейшее увеличение толщины пленки не меняет ее удельное сопротивление и ведет себя подобно массивному электрическому проводнику. Приведенные рассуждения указывают на тот факт, что закон Видемана – Франца – Лоренца не всегда выполняется. Кроме того, граница наноматериалов (не с физической!) – с геометрической точки зрения – определяется толщиной $\Delta \leq 0,1 \text{ мкм}$ хотя бы в одном из направлений. В действительности граничной величиной толщины нанопленки формируемого материала следует считать толщину $\Delta \leq 60 \text{ нм}$.

Металл можно рассматривать как систему положительных ионов, правильно размещенных в пространстве и перемещающихся между ними ва-

лентных электронов. Электроны компенсируют пространственный заряд между ионами, связывая их в единую кристаллическую решетку.

Следует напомнить, что при нагреве веществ сначала происходит разрушение физических (вандерваальсовых) сил связи (процесс сублимации), а далее при более высоких температурах – химических (ковалентных) сил связи, при которых происходит процесс диссоциации. Сублимация твердого тела сопровождается распадом на атомные группы, молекулы, а диссоциация – на атомы. Прочность физических (Вандерваальсовых) сил связи определяется величиной (0,02 – 0,2) эВ, химических (ковалентных) – (2–3) эВ. Этим и объясняется вышеприведенный факт. Мерой большой прочности в металлах служит теплота сублимации, энергия которой достигает 200 кКал/моль.

Большой интерес вызывает также проблема модификации приповерхностной области различных материалов. Ранее было показано, что воздействие частиц (стальной (\varnothing 1,6 мм) при скорости $v \leq 150$ м/с и алюминиевой (\varnothing 1,7 мм; h 1 мм) – $v \leq 250$ м/с на мишень из алюминиевой пластины (толщина $\Delta = 1$ мм)) приводило к образованию кратеров на её поверхности без заметного изменения ее текстуры. Кратеры имели форму полусферы (для стального шарика) и близкую к полусфере (для цилиндрической алюминиевой частицы). Такая же форма кратеров наблюдалась и на пластинах из других материалов, обладающих хорошей пластичностью, в частности, на пластинах из латуни, меди и стали X18H9T.

Был проведен отдельный эксперимент по определению температуры T , при которой происходят заметные изменения на поверхности металла (X18H9T), такие, как цвета побежалости. Экспериментально определена величина пороговой температуры, при которой появляются цвета побежалости на металле, и эта величина соответствует температуре $T \geq 500$ °С. Как отмечено выше, начиная с некоторой скорости частиц (удельной плотности энергии), на мишени наблюдаются цвета побежалости в виде почернения в форме окружности, следовательно, эта величина температуры составляет $T \geq 500$ °С. Происходит изменение текстуры поверхности металла в месте воздействия частицы, и это сопровождается процессом окисления. Следует напомнить, что эксперименты проводились в атмосфере воздуха.

При скорости стальной частицы $v \leq 150$ м/с образование кратеров происходило без изменения текстуры и цвета поверхности металла. Аналогичная картина наблюдалась и при воздействии частиц алюминия на пластинах толщиной $\Delta \approx (0,5 \div 1)$ мм из латуни и дюралюминия.

Возникает необходимость проведения расчетов (оценка) глубины внедрения частиц в мишени из различных материалов (металлы) и сопоставления их результатов с результатами экспериментов.

3.2.2. Оценка глубины внедрения одиночных частиц в металлические мишени

Энергия E стальной частицы при скорости $v \approx 150$ м/с и алюминиевой при $v \approx 250$ м/с и их практически одинаковом сечении ($\varnothing 1,6; 1,7$), оцененная по формуле:

$$E = mv^2 / 2 S,$$

где S – площадь внедрения частицы в мишень, составляет величину $E \approx 9,2$ Дж/см² и для алюминиевой – $E \approx 8,6$ Дж/см² соответственно. С учетом погрешности измерения массы и скорости частиц была оценена «критическая» величина удельной энергии в работе (Войтенко 2012) $E \approx 9$ Дж/см², начиная с которой происходят фазовые и структурные превращения на поверхности металлической мишени. В той же работе экспериментально показано, что одиночные частицы внедрялись в металлы мишеней практически на глубину ее диаметра (медь, алюминий, свинец), а также и в диэлектрические (кевлар, тефлон).

Оценим глубину внедрения одиночных частиц в металлическую мишень из меди. Давление стальной частицы ($\varnothing 1,6$ мм; $m \approx 16,4 \cdot 10^{-3}$ г) на мишень запишем как $p = F/S$, где F – сила в ньютонах Н; S – площадь облегания внедренной частицы в мишень при скорости $v \approx 500$ м/с.

Максимальное погружение частицы в медной мишени составляло $\Delta h \approx 1,4$ мм. При этом площадь полусферы частицы равна $S = \pi d^2 / 2 \approx 4 \cdot 10^{-3}$ см².

Энергия стальной частицы, ускоренной до $v \approx 500$ м/с, составляет:

$$E = mv^2 / 2 = 2,05 \text{ Дж.}$$

С другой стороны, энергия частицы может быть представлена и как ее работа при погружении в медную мишень на глубину $\Delta h \approx 1,4$ мм:

$$E = F \cdot \Delta h,$$

откуда $F = E / \Delta h = 2,05 \text{ Дж} / 1,4 \cdot 10^{-3} \text{ м} \approx 146,5 \text{ кГс}$,

с учетом того, что $1 \text{ Дж} \approx 0,1 \text{ кгс} \cdot \text{м}$, давление частицы на медную мишень:

$$p = F / S = 146,5 \text{ кГс} / 4 \cdot 10^{-3} \text{ см}^2 \approx 35,6 \text{ кг/мм}^2 \approx 3,6 \cdot 10^8 \text{ Па.}$$

Таким образом, давление частицы на медную мишень равно $p \approx 3,6 \cdot 10^8$ Па и почти вдвое превышает предел текучести меди (напряжение, при котором материал продолжает деформироваться без увеличения нагрузки) $p_{\text{пр.}} = 17 \text{ кГ/мм}^2 = 1,7 \cdot 10^8 \text{ Па}$.

Если учесть, что при прокате металла предел текучести может увеличиваться, а также тот факт, что энергия частицы уходит на нагрев приповерхностной части мишени, упругие волны и др. явления, то следует ожидать, что частица может проникать вглубь металла лишь на глубину своего диаметра.

Силу воздействия частицы на мишень можно оценить и из соотношения:

$$F = m\alpha; \alpha = dv/dt = \Delta v/\Delta t,$$

$$\text{где } \Delta v = v_{\max} - v_{\min} = 500 \text{ м/с} - 0 = 500 \text{ м/с}.$$

Иными словами, можно утверждать, что скорость частицы при воздействии на мишень замедляется до нуля на глубине $\Delta h \approx 1,4 \text{ мм}$, а ее средняя скорость при торможении в металле равна: $v_{\text{ср}} = 250 \text{ м/с}$.

Время торможения считаем как

$$\Delta t = \Delta h/v_{\text{ср}} = 1,4 \cdot 10^{-1} \text{ см}/2,5 \cdot 10^4 \text{ см/с} = 5,6 \cdot 10^{-6} \text{ с}.$$

Определим силу воздействия частицы. Для этого вначале оценим величину ее ускорения:

$$\alpha = \Delta v/\Delta t = 5 \cdot 10^4 \text{ см/с}/5,6 \cdot 10^{-6} \text{ с} = 0,89 \cdot 10^{10} \text{ см/с}^2.$$

Сила воздействия частицы:

$$F = m\alpha = 16,4 \cdot 10^{-3} \text{ г} \cdot 0,89 \cdot 10^{10} \text{ см/с}^2 = 1,5 \cdot 10^8 \text{ г} \cdot \text{см/с}^2 = 1,5 \cdot 10^8 \text{ дин} = 1,5 \cdot 10^3 \text{ Н}.$$

Давление частицы на мишень:

$$p = F/S = 1,5 \cdot 10^3 \text{ Н}/4 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2 \approx 3,6 \cdot 10^8 \text{ Па},$$

что согласуется с полученным ранее значением давления; при этом давление частицы вдвое превышает предел текучести меди $p_{\text{пр}} = 17 \text{ кг/мм}^2 = 1,7 \cdot 10^8 \text{ Па}$.

Для листового алюминия после длительного хранения (старение) предел текучести может достигать величины, близкой к пределу текучести меди:

$$p_{\text{пр}} \approx (18 - 20) \text{ кг/мм}^2 = (1,8 - 2,0) \cdot 10^8 \text{ Па}.$$

Следовательно, при давлении $p = 3,6 \cdot 10^8 \text{ Па}$ на алюминий стальная частица также проникает на глубину порядка ее диаметра ($\Delta h \approx \emptyset$). И действительно, величина глубины проникания составляла $\Delta h \approx \emptyset \approx 2 \text{ мм}$.

Для литого свинца предельное давление текучести $p_{\text{пр}} \approx 6 \cdot 10^6 \text{ Па}$.

При давлении $p = 3,6 \cdot 10^8 \text{ Па}$ стальная частица может проникать на глубину существенно больше ее диаметра. И действительно, в экспериментах (рисунки 3.3) частица проникала в толщу свинцовой пластины более чем на диаметр ($\Delta h \geq \emptyset \approx 2 \text{ мм}$), упираясь в медную пластину. Свинцовая пластина была установлена вплотную к медной. К тому же, у нагартованной свинцовой пластины предел текучести превышает величину предела текучести плавленого свинца.

Ранее приводились результаты экспериментальных исследований с материалами с малой удельной плотностью вещества ρ , включая пористый упругий пенопласт, подобный материалу аэрогелю, плотность которого близка к плотности воздуха ($\rho \approx 2 \text{ кг/м}^3$). Плотность используемых пенопластов составляла $\rho \approx 25 \text{ кг/м}^3$ и с $\rho \approx 35 \text{ кг/м}^3$. Следует напомнить, что в пенопласте, удаленном от ускорителя на расстояние $l \approx 1 \text{ м}$, стальная и алю-

миниевая частицы проникали на глубину более 20 мм при максимальной скорости. При этом полости каналов от ускоренных частиц в мишенях имели негладкие рваные края, и их траектории не являлись прямолинейными.

К тому же, диаметр канала от алюминиевой частицы был заведомо больше ее диаметра. Вид каналов, образованных в пенопласте одиночными частицами из стали и алюминия, был идентичен с образованными от воздействия микрочастиц, созданных в стали твердого сплава. Но при этом следы обугливания стенок каналов отсутствовали.

3.3. Воздействие потока микрочастиц карбида молибдена на медную мишень, обладающую высокой теплопроводностью

Эксперименты по взаимодействию потока микрочастиц с различными материалами мишеней (*Войтенко 2012*), теплопроводность которых отличалась почти на порядок; у стали Ст-25 – $\kappa \approx 19$ Вт/(м·К), Ст-40 – $\kappa \approx 40$ Вт/(м·К), в то время как у меди $\kappa \approx 400$ Вт/(м·К), что на порядок выше. А у диэлектрических материалов, например, у пенопласта, $\kappa \approx 0,04$ Вт/(м·К).

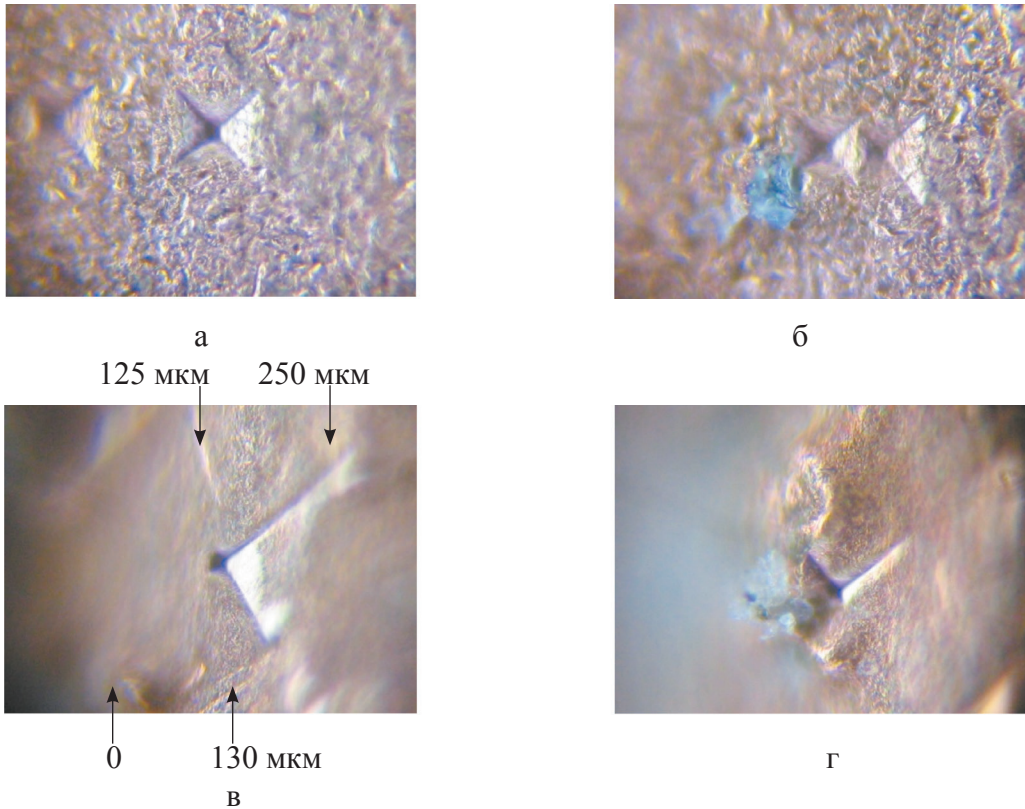
Учитывая приведенные выше рассуждения, было принято решение провести экспериментальные исследования по воздействию потока микрочастиц на мишень, изготовленную из меди. Перед воздействием микрочастиц на медную мишень ее поверхность подвергали шлифовке ручным способом.

Воздействие на медную мишень проводилось потоком микрочастиц из карбида молибдена. Частицы ускорялись до скоростей (120–1500) м/с. Микрофото шлифа и отпечаток алмазной пирамидки на торцевой поверхности медной мишени, снятые на микроскопе ПМТ-3М, представлены на *рисунках 3.3.1 а, б*. Фото получены с использованием цифрового фотоаппарата CANON-430. На поверхности шлифа просматривается крупная зернистость (а); фото (б) – шлиф с внедренной крупной частицей ($\varnothing \approx 40$ мкм). Стрелкой указана внедренная частица. Там же виден след от алмазной пирамидки при нагрузке $P = 50$ г.

На *рисунке 3.3.1 а, б* представлены микрофото шлифов торцевой поверхности медной мишени.

Микрофото (*рисунок 3.3.1 в, г*) представляют собой шлиф по глубине воздействия, т.е. соответствуют шлифу разреза по глубине мишени; там же виден след (отпечаток) алмазной пирамидки ($\times 1800$). Стрелкой «0» определена граница поверхности медной мишени. Фото демонстрируют, что по глубине зернистость ($h = 125$ мкм и более) значительно уменьшается и, следовательно, растет и величина микротвердости ($H_v = P/S$; P и S – нагрузка и площадь отпечатка от алмазной пирамидки).

Произошло увеличение микротвердости H_v по глубине медной мишени, о чем можно судить по сравнению площадей отпечатков (рисунки 3.3.1 а, б, в, г), а также наблюдаемым заметным уменьшением ее зернистости (размер зерна). Увеличение величины микротвердости H_v можно оценивать и по фото отпечатков алмазной пирамидки, которая равна отношению квадратов диагоналей.



Рисунки 3.3.1а, б – микрофото торцевой поверхности медной мишени, полученные с помощью микроскопа ПМТ-3М с использованием цифрового фотоаппарата ($\times 1800$); рисунки 3.3.1 в, г – шлиф разреза по глубине мишени

Результаты экспериментальных исследований указывают на получение глубинной приповерхностной модификации медной мишени под воздействием потока микрочастиц. К тому же при наличии высокой теплопроводности материала медной мишени и по этой причине – мгновенной диссипации энергии, полученной от воздействия потока микрочастиц – в ней мы не наблюдаем механизма СГП. Тепловая энергия, образованная от воз-

действия потока микрочастиц с медной мишенью, практически мгновенно рассеивается (диссипирует) в ее приповерхностной области.

Полученные результаты взаимодействия потока микрочастиц с медной мишенью, обладающей высокой теплопроводностью, служат подтверждением наблюдаемого в твердой стали механизма СГП, при котором разрушаются химические силы связи.

3.4. Генерация рентгеновского излучения при воздействии микро-частиц на стальную мишень

Представлены результаты экспериментальных исследований по воздействию ансамбля микрочастиц карбидов молибдена (MoC) на массивную стальную мишень. За тыльной стороной мишени на расстоянии до 1 м было обнаружено рентгеновское излучение (РИ) с эффективной энергией $E_{\gamma} \approx 5$ кэВ (Тимошенко 2015).

В работе (Корнилова 2009) приведены результаты исследований комбинированных ударно-волновых радиационных процессов, связанных с процессом кавитации (образование воздушных пузырьков в воде) при быстром направленном движении струи жидкости сквозь тонкие диэлектрические каналы в закрытую рабочую камеру. Эти процессы приводили к генерации рентгеновского излучения (РИ) за пределами камеры. Было показано также, что при малом давлении жидкости в процессе кавитации образуются ударные волны в стенках камеры, а те в свою очередь возбуждают поверхностные атомы камеры, и это ведет к испусканию РИ с ее внешней поверхности.

При увеличении давления струя жидкости не соприкасалась со стенками камеры, однако ударные волны приводили к возбуждению поверхностных атомов струи и к последующей генерации РИ. Обнаружено также, что воздействие на отдаленные экраны ударных акустических волн, которые формировались в воздухе из-за кавитации струи воды, происходила генерация квазикогерентного РИ с обратной стороны экранов.

В настоящем разделе описано явление генерации РИ за тыльной стороной массивной мишени при воздействии на нее ансамбля ускоренных микрочастиц карбида молибдена и циркония. Диаметр микрочастиц имел разброс: $\varnothing \approx (3 \div 100)$ мкм. Максимальная величина скорости микрочастиц достигала $v \approx 1,5 \cdot 10^3$ м/с. Микрочастицы имели массу – $m \geq 1,5 \cdot 10^{-9}$ г. Ансамбль ускоренных микрочастиц получали на выходе оптимизированного ускорителя – метателя (Тимошенко 2010). Экспериментальные исследования по воздействию микрочастиц карбида молибдена (MoC) на стальную мишень проводились на установке, описанной в разделе 2.1.

3.4.1. Экспериментальные исследования воздействия твердых микрочастиц карбида циркония на стальную мишень и их обсуждение

Исследования проводились на экспериментальной установке, описанной ранее (рисунок 3.1, раздел 2). В экспериментах по воздействию микрочастиц на массивную мишень при регистрации РИ устройство юстировки 3, мишень 4 и датчик ПД 5 заменялись титановой трубой диаметром 60 мм и фиксируемыми отрезками труб до 1 м (рисунок 3.4.1). Сначала за ускорителем вплотную к трубе размещалась стальная мишень, изготовленная из обычной стали в виде диска диаметром 100 и толщиной $\Delta = 5$ мм, либо в



Рисунок 3.4.1а. Фото титановых труб, используемых в эксперименте; пластилин фиксировал трубу на ее основе; сверху труба совмещена с прямоугольной стальной мишенью – пластиной

виде прямоугольной пластины (рисунок 3.4.1а) при той же толщине.

На рисунке 3.4.1б приведена стальная мишень в виде диска со следами воздействия потока микрочастиц. Диаметр отпечатка воздействия микрочастиц составляет $\varnothing \approx 35$ мм. На другом конце трубы крепился фотоаппарат «Зенит», с которого снимали объектив. Размещенная в фотоаппарате пленка была полностью экранирована от светового излучения. РИ регистрировалось на рентгеновской пленке РФ-4. Перед каждой фотосъемкой фотоаппарат проверяли, не попало ли на пленку световое излучение.



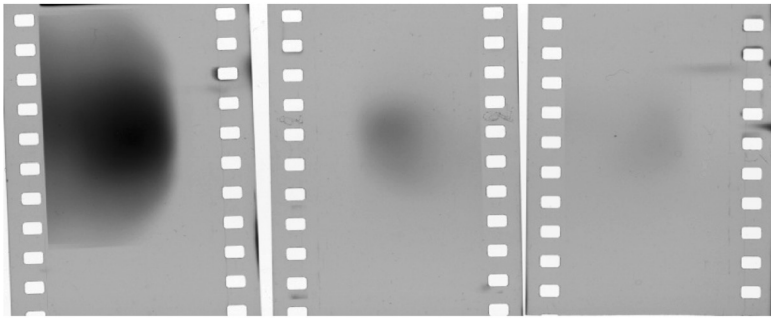
Рисунок 3.4.1б. След на мишени (стенки толщиной 5 мм) от воздействия ансамбля микрочастиц карбида циркония

Исследования показали, что при отсутствии попадания на мишень ансамбля микрочастиц на пленке не регистрировалось излучение РИ; отсутствовало всякое почернение пленки. При воздействии ансамбля микрочастиц на стальную мишень происходило почернение пленки в виде темного круглого пятна. Далее мы снимали зависимость плотности почернения пленки по длине трубы; длина изменялась на расстояние до 1 м. На *рисунке 3.4.2* приведены фото трех пленок, установленных за металлической мишенью на различных расстояниях от выхода ускорителя. При этом микрочастицы карбида циркония (ZrC) диаметром $\varnothing = (3-100)$ мкм ускорялись до скоростей $v \approx 1,5 \cdot 10^3$ м/с. Исследования показали, что при отсутствии попадания на мишень ансамбля микрочастиц на пленке не регистрировалось РИ, какое-либо почернение пленки отсутствовало.

Одной из характеристик РИ является эффективная энергия. Оценим эффективную энергию по слою половинного поглощения интенсивности РИ в атмосфере воздуха (*Сторм, Израэль 1973*). Далее, используя данные, полученные после денситометрии области почернения пленок от РИ на фотопленках, размещенных на различных расстояниях от мишени, построим кривую зависимости относительной интенсивности от толщины материала поглощения (воздуха).

На *рисунке 3.4.3* приведена такая зависимость.

Как и следовало ожидать (*рисунке 3.4.3*), зависимость относительной интенсивности ослабления определенной толщиной воздуха носит экспоненциальный характер.



а

б

в

Рисунок 3.4.2. След от РИ на фотопленке, размещенной в титановой трубе (внутренний диаметр 60 мм, длина 1 000 мм) за ускорителем:

а – в начале, б – в середине и в – в конце трубы

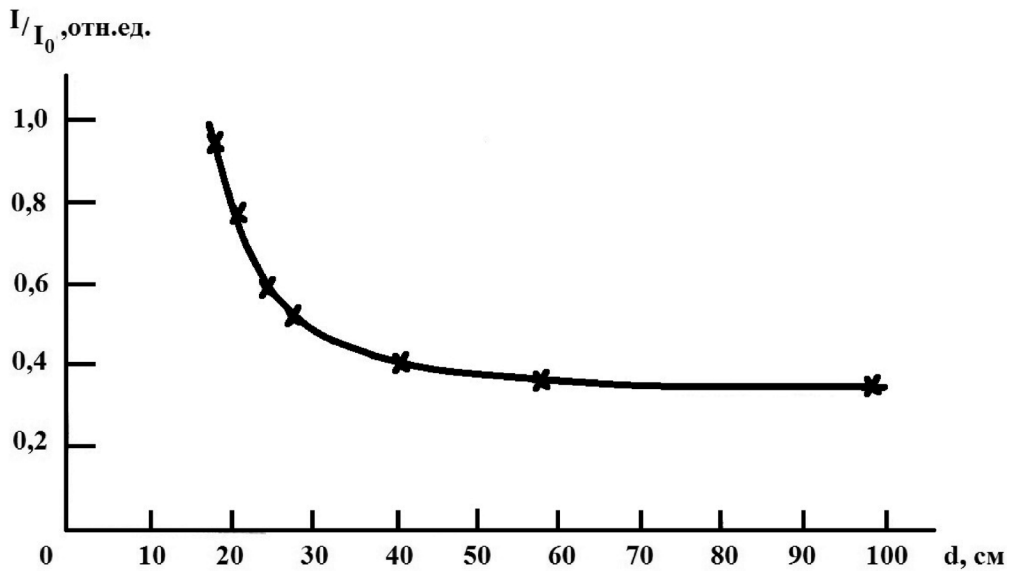


Рисунок 3.4.3. Зависимость относительной интенсивности РИ от расстояния (толщины воздуха)

Известно, что ослабление РИ за поглотителем (воздух) можно выразить в виде:

$$I = I_0 \cdot e^{-\mu d}, \quad (3.3.1)$$

где I – интенсивность прошедшего через поглотитель РИ;

I_0 – интенсивность падающего на поглотитель (воздух) РИ;

μ – линейный коэффициент ослабления;

d – высота столба воздуха (поглотителя).

Экспоненциальный характер зависимости РИ от толщины (d) поглотителя хорошо согласуется с известной формулой (3.3.1). Далее оценим толщину поглотителя, на которой произойдет половинное ослабление интенсивности РИ. Как следует (рисунок 3.4.3), половинное ослабление относительной интенсивности $I/I_0 = 0,5$ происходит при толщине поглотителя $d = 13$ см. Из соотношения (1) находим линейный коэффициент ослабления:

$$\mu = I_n \cdot 2/d \quad (3.3.2).$$

В соответствии с рисунком 3.4.3 при $d = 13$ см линейный коэффициент ослабления $\mu = 5,35 \cdot 10^{-2} \text{ см}^{-1}$. Далее, зная величину плотности воздуха ($\rho = 1,293 \cdot 10^{-3} \text{ г/см}^3$), находим массовый коэффициент ослабления – $\mu/\rho = 29$. Для оценки эффективной энергии $E_{\gamma\text{эфф}}$ воспользуемся табличными данными для массового коэффициента ослабления (Сторм, Израэль 1973) и построим зависимость μ/ρ (E_γ) (рисунок 3.4.4). Из этого следует, что коэффициенту массы $\mu/\rho = 29$ (рисунок 3.4.4) соответствует эффективная энергия $E_{\gamma\text{эфф}} \approx 5$ кэВ. Отметим, что при расчетах использовались данные сечений $(\mu/\rho)_{\text{tot, tot-coh}}$ таблиц работы (Сторм, Израэль 1973) для воздуха, т.к. это сечение часто используется в расчетах для защиты от РИ в соответствии с формулой (3.3.1).

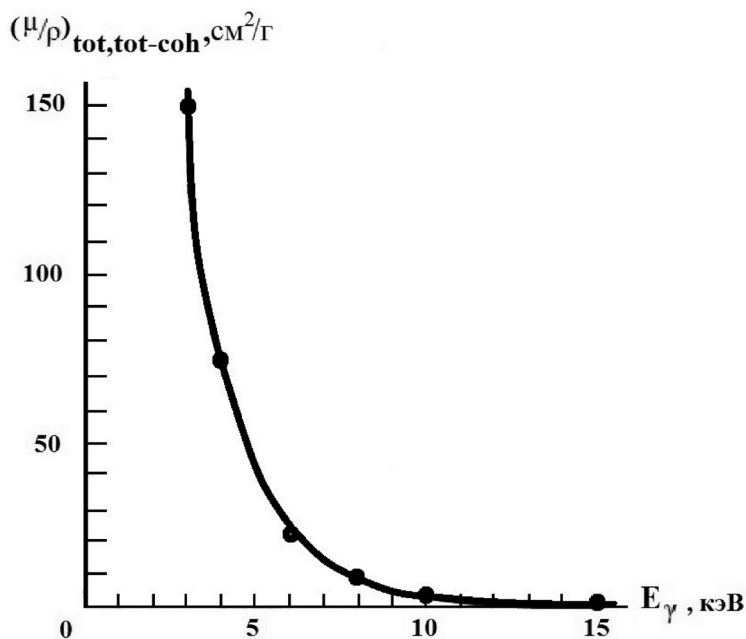


Рисунок 3.4.4. Зависимость массового коэффициента ослабления в воздушной среде от энергии E_γ РИ

В представленных экспериментах нанесение мелкодисперсных порошков на обратную сторону мишени не приводило к заметному изменению РИ. Наблюдение РИ за обратной стороной массивной стальной мишени при воздействии на нее ускоренных микрочастиц может свидетельствовать как о значительных внутренних структурных изменениях в материале мишени, так и о наличии эффекта дальнего действия. Эффект дальнего действия наблюдался в экспериментах (Жабрев 2007) и проявлялся при изменении микротвердости как по глубине мишени, так и на обратной ее стороне при воздействии потока плазмы (Войтенко 2008).

Экспериментально обнаружено возникновение рентгеновского излучения за тыльной стороной стальной мишени с эффективной энергией $E_{\gamma\text{эфф}} \approx 5$ кэВ при воздействии на нее ускоренных микрочастиц карбида циркония ($v \approx 1,5 \cdot 10^3$ м/с). Наличие РИ, как и в работах (Корнилова 2010), может быть обусловлено развитием ударных волн в результате воздействия и возбуждения поверхностных атомов мишени.

Заключение

Исследования по воздействию микрочастиц (частиц) проведены на созданном и позднее оптимизированном ускорителе, обладающем эргономичностью и простотой при изготовлении. Достоинством созданного ускорителя является его экономичность, повторяемость выходных параметров микрочастиц (частиц) и практически полное их использование. Созданы и изготовлены средства диагностики параметров ускоряемых частиц.

Предварительно были проведены испытания ускорителя и определены выходные характеристики скорости частиц стали, алюминия и микрочастиц порошка Al_2O_3 в зависимости от величины зарядного напряжения U_3 конденсаторной батареи.

Получены максимальные скорости для частиц стальной ($\varnothing 1,6$; $m \approx 16,4 \cdot 10^{-3}$ г) – $v \approx 500$ м/с и для алюминиевой – $v \approx 900$ м/с ($\varnothing 1,7$, $h 1$; $m \approx 6,4 \cdot 10^{-3}$ г). Для микрочастиц порошка Al_2O_3 в форме шариков максимальная скорость микрочастиц составляла $v \approx 2 \cdot 10^3$ м/с; для микрочастиц карбидов молибдена и циркония – $v \approx 1,5 \cdot 10^3$ м/с.

На расстоянии 18 см от ускорителя диаметр облучения мишени микрочастицами при их распространении под телесным углом $\beta \leq 10$ составлял $D \approx 35$ мм.

Определена величина «пороговой» плотности энергии ($\epsilon \approx 9$ Дж/см²), начиная с которой происходит эффективное воздействие частиц на мишень: стальной ($\varnothing 1,6$ мм) – $v \approx 150$ м/с и алюминиевой ($\varnothing 1,7$ мм; $h 1$ мм) – $v \approx 250$ м/с.

Предложена модель механизма явления СГП микрочастиц в твердой стали. Высокоскоростное воздействие частицы производит в мишенях не только динамическое, но и тепловое воздействие. Предлагается ответственным за механизм явления СГП в твердой стали считать сверхбыстрое повышение температуры, приводящее к разрушению сил химической связи в мишенях из твердой стали. Упомянутый механизм подтверждается экспериментальными исследованиями по воздействию потока микрочастиц на мишень из меди, обладающей теплопроводностью, превышающей более чем на порядок теплопроводность всех используемых в экспериментах материалов.

Высокая теплопроводность способствовала практически мгновенной диссипации энергии от падающего потока микрочастиц, например, карбида молибдена. Но при этом наблюдалась модификация медной мишени в ее приповерхностной области.

Приводится расчетная оценка температуры поверхности мишени и воздействующих на нее стальной и алюминиевой частиц, а также прогреваемой их толщины до температуры, превышающей температуру их испарения.

Проведены численные оценки глубины внедрения частиц в различные металлы; их величины практически совпадали с результатами экспериментальных исследований.

Экспериментально обнаружено РИ за тыльной стороной стальной мишени. Расчеты показали, что при воздействии на мишень ускоренных микрочастиц карбида молибдена ($v \leq 1,5 \cdot 10^3$ м/с) эффективная энергия излучения РИ составляет $E_{\gamma\text{эфф}} \approx 5$ кэВ. Наличие РИ, вероятно, связано с развитием ударных волн в результате воздействия и возбуждения поверхностных атомов мишени. Наличие мягкого РИ за обратной стороной стальной мишени при воздействии на нее ускоренных микрочастиц свидетельствует и о значительных внутренних структурных изменениях в материале мишени, а также о наличии эффекта дальнего действия (*Жабрєв 2007; Войтенко 2008*).

Одиночные частицы из стали и алюминия ($v \approx 500$ и $v \approx 900$ м/с) производили отверстия в материале – трехслойном кевларе (самое известное использование кевлара – для изготовления бронежилетов). Для испытаний широкого класса материалов из диэлектриков и металлов достаточно иметь частицы, ускоренные до скоростей $v \sim (500 - 2000)$ м/с.

В заключение авторы выражают благодарность Н. С. Таркил за помощь в оформлении представленных материалов.

Литература

Быков 2000: Быков Ю. А., Карпухин С. Д., Газукина Е. И. О некоторых особенностях структуры и свойств металлических «тонких» пленок // *Металловедение и термическая обработка металлов*. 2000. № 6. С. 45–47.

Войтенко 2008: Войтенко Д. А., Марколия А. И., Матвеев Ю. А., Тимошенко А. П. Технологический плазменный ускоритель // *Наука и технологии в промышленности*. Минск, 2008. № 4. С. 42–47.

Войтенко 2009: Войтенко Д. А., Матвеев Ю. В., Тимошенко А. П. Ускоритель – метатель микрочастиц // *Наука и технологии в промышленности*. Минск, 2009. № 4. С. 46–53.

Войтенко 2012: Войтенко Д. А., Матвеев Ю. В., Тимошенко А. П. Исследования по воздействию микрочастиц на мишени из различных материалов. Вестник Академии наук Абхазии. Сухум, 2012. № 4. С. 89–101.

Жабрев 2007: Жабрев В. А., Моргулин В. И., Тупик В. А. Эффекты дальнего действия и резонансные явления в наноразмерных структурах. Харьковская нанотехнологическая Ассамблея. 2007. Т. 2. С. 48–61.

Конкашбаев 1991: Конкашбаев И.К. Взаимодействие горячей плазмы с материями. Препринт ИАЭ – 5338/7. М., 1991.

Корнилова, Высоцкий, Сысоев, Десятов 2009: Корнилова А. А., Высоцкий В. И., Сысоев Н. Н., Десятов А. В. Генерация рентгеновского излучения при пузырьковой кавитации быстрой струи жидкости в диэлектрических каналах // *Поверхность, рентгеновские, синхротронные и нейтронные исследования*. М., 2009. № 4. С. 17–76

Никитушкина, Иванов, Петров и др. 2002: Никитушкина О. Н., Иванов Л. И., Петров А. Н. и др. Структура микрократеров на поверхности металлических образцов, экспонировавшихся в открытом космосе. ФХОМ, 2002. № 2. С. 21–25.

Никитушкина, Иванов, Новиков 2006: Никитушкина О. Н., Иванов Л. И., Новиков Л. С. Повреждение поверхности солнечных батарей в условиях космического полета. ФХОМ, 2006. № 6. С. 23–25.

Обухов 1978: Обухов Л.В., Якушевич В.А. Метание микрочастиц с помощью гигантских ОКГ. ЖТФ, 1978. Т. 48. С. 2559–2565.

Петров 2010: Петров Е.В. Процессы в металлических материалах при сверхглубоком проникании частиц, разогнанных энергией взрыва. Дис. ... канд. техн. наук. 2009 г.

Семкин 2007: Семкин Н.Д. и др. Линейный ускоритель для моделирования микрометеоритов, ПТЭ, 2007. № 2. С.140–147.

Сторм, Исраэль 1973: Сторм Э., Исраэль Х. Сечения взаимодействия гамма-излучения (для энергий 0,001 – 100 МэВ и элементов с 1 по 100). Пер. с англ. канд. техн. наук В.А. Климанова, Е.Д.Чистова. М., 1973.

Тимошенко 2012: Тимошенко А.П. Оптимизированный коаксиальный ускоритель – метатель микрочастиц // *Вестник АНА. Серия «Естественные науки»*. Сухум, 2012. С. 101–109.

Тимошенко 2010: Тимошенко А.П. Коаксиальный ускоритель – метатель микрочастиц. Доклад на 6-й Международной конференции «Информационные технологии и образование». Пицунда, 2010.

Тимошенко 2015: Тимошенко А.П. Генерация рентгеновского излучения при воздействии микрочастиц на стальную мишень // Вестник АНА. Сухум, 2015. № 5. С. 141–148.

Яворский 1964: Яворский Б. М., Детлаф А. А. Справочник по физике. М., 1964.

Caswel 1995: Caswel R. D, 1995: Caswel R. D, McBruck., Taylor A. Olympus and of life anomaly-Persed meteoroid impact event. Int. J. Impact Eng., 1995. V.17. P.139–150.

Palmer 2000: Palmer G., Chen Y. K., Papandopoulos P., Tauber M. Reassessments of effect of dust erosion on heat shield of Mars entry vehicle. J. Spacecraft and Rockets, 2000. V. 37. № 6. P. 747–752.

Usherenko 1983: Usherenko Sergey Mironovich. Conditions of superdeep penetration and creation of process of hardening of tool steels by a high-speed flow of powder materials. // The thesis on completion of a scientific degree of Cand.Tech.Sci. Minsk. The Belarus polytechnic institute. 1983. P. 308 (Is written in Russian).

Usherenko 2004: Usherenko S.M., Koval O.I, Usherenko Yu.S. Estimation of the energy expended for superdeep penetration. Journal of engineering physics and thermo-physics. Vol. 77. № 3. 2004. P. 641–646.

А. И. Марколиа, А. П. Тимошенко

ЕИУЕИЦШЫМ АМАТӘАХӘҚӘА ИРЫЛХУ АЦӘКЪАҚӘА РҚӘЫЦШЫЛАРАҒЫ АДГЬЫЛТӘИ МОДЕЛЬШЬАҚӘЫРГЫЛАРАЛА АМЕТЕОРИТ ССАҚӘА АНЫРРА РЫҒАШЬА

Аобатәи ахәта. Еиуеицшым аматериалқәа ирылху ацәкьара амикрокәырчахақәа (амикрометеоритқәа) ишырныруа иазку апышәаратә тцаара.

Аннотация. Еуеицшым аматериалқәа ирылху ацәкьарахь иццакны ицо амикрокәырчахақәа икарйо анырра иазку аҗаараҕы ахархәара рымазар калонт адгьыл иатәу иҗабаратәым амваньзақәа рқәыцшыларәҕы амикрометеоритқәа икарйо анырра иазкны аҗышәарақәа рымәаңгара, иара убас еиуеицшым аматериалқәа рқәыцшыларә аиҗтәразы аҗаарақәа рымәаңгара.

Астатиаҕы иарбоуп еиуеицшым аматериалқәа ирылху ацәкьарахь ацыри, алуминиеи, ациркони амолибдени ркарбидқәа ркәырчахақәеи алуминиа абжәарайәйәреи асақәқәа ркәырчахақәеи икарйо анырра, иара убас амолибдени ациркони ркорбид асақәқәа рмикрокәырчахақәа иҗәәдоу ацыр иҗауланы ишалсуа иазку аҗаарақәа.

Ихадароу ажэакэа: арццакыга, аплазма, ақэығэғара, аконденсатортэ батареиа, ариашага, арентгентэ шэахэахылйра.

A. I. Markolia, A. P. Timoshenko

GROUND-BASED MODELING OF THE IMPACT OF MICROMETEORITES ON THE SURFACES OF TARGETS MADE OF VARIOUS MATERIALS

Part two. Experimental studies on the effect of microparticles (micrometeorites) on targets made of various materials

Annotation. *Experimental research on ground-based modeling of the impact of micrometeorites (microparticles) on the surfaces of various materials that imitate the materials of the surfaces of artificial earth satellites (AES) is an urgent task. Research on the impact of accelerated microparticles (particles) on targets made of various materials can be used not only for modeling ground-based experiments on the impact of micrometeorites on the surface of artificial satellites of the earth, but also for research on the modification of surfaces of various materials.*

The article presents experimental studies on the effect of particles of steel and aluminum, as well as powders of aluminum oxide, zirconium and molybdenum carbides on targets made of various materials, as well as studies on the phenomenon of superdeep penetration (SP) of microparticles of molybdenum and zirconium carbide powders (particle size $\varnothing \approx (3...30) \mu\text{m}$, speed v – up to 1.5 km/s) into solid steel (St – 20) to a depth of $h \sim 104\varnothing$, known as the Usherenko effect. An interpretation of the mechanism of the phenomenon of SP of microparticles in solid steel is proposed.

Keywords: *accelerator, plasma, pressure, capacitor bank, rectifier, x-rays.*

АЭНЕРГЕТИКА • ЭНЕРГЕТИКА

А. И. Марколия, Я. А. Экба, Э. М. Кимкетов, М. Д. Кимкетов

РАСЧЕТНОЕ ОБОСНОВАНИЕ ВОЛЬТАМПЕРНО-ПАРАМЕТРИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МОДУЛЕЙ (Ф-ЭМ)

Аннотация. В статье проанализированы концепции выявления базовых физических принципов для увеличения коэффициента полезного действия (КПД) фотоэлектрических преобразователей солнечно-лучистой радиации (С-ЛР) при максимально предельных значениях эффективности Ф-ЭМ.

Однако в научной среде, занимающейся этой проблематикой, дискуссионным продолжает оставаться вопрос о выборе метода расчета определения параметров вольтамперных характеристик, работающих в реальных условиях Ф-ЭМ.

Исследование, проведенное в статье на основе сопоставления полученных вольтамперно-параметрических характеристик, полученных на основе феноменологически-разработанной и фундаментально-скомпилированной теорий, указывает на полную правомерность рассмотренной эквивалентной схемы, представленной на рисунке 1.

Результатом исследования можно считать обоснованность использования обеих теорий при расчетах вольтамперно-параметрических характеристик работающих в реальных условиях Ф-ЭМ.

Ключевые слова: Ф-ЭМ, фотоэлектрические преобразователи С-ЛР, линейно-приближенная концентрация, фотоэлектрические и температурные режимы, шунтирующие сопротивления Ф-ЭМ

Введение

Для производства электрической энергии (ЭЭ) и тепловой энергии (ТЭ) вполне возможно применение когенерационно-обусловленных аппаратов, входящих в структуру систем, использующих солнечно-лучистую радиацию (С-ЛР) при максимально-предельных значениях эффективности Ф-ЭМ.

Современные теоретические исследования создали предпосылки выявления базовых физических принципов для увеличения коэффициента полезного действия (КПД) фотоэлектрических преобразователей С-ЛР, основным среди которых можно считать сконцентрированное волновое солнечное излучение. Оно создает возможности вплотную приблизиться к предельным, теоретически полученным величинам КПД у гомогенных Ф-ЭМ.

Важнейшим направлением в создании достаточно эффективных структурных систем энергопитания является достижение максимально предельных значений КПД, при различных характеристических особенностях С-ЛР, то есть при неоднозначно постоянных интенсивностях попадания ее на Ф-ЭМ.

Расчетно-теоретическое получение вольтамперно-параметрических характеристик Ф-ЭМ

У типажной теоретически созданной Ф-ЭМ при высоких параметрах концентрации С-ЛР в модели линейно-направленного фототока вольтамперная характеристика определяется следующим выражением:

$$U = \frac{A_{кр} k_B T}{q} \ln \left(\frac{I_{\Phi} - I}{I_0} + 1 \right) - IR, \quad (1)$$

где I_{Φ} – это величина, определяющая силу фототока (А) для линейно-приближенной концентрации С-ЛР при попадании ее спектральных волн на Ф-ЭМ; R – это величина сопротивления Ф-ЭМ (ОМ·см); параметрально-характеристическое значение неровности графической линии (ГЛ) вольтамперной характеристики обозначается как $(A_{кр})$ и определяется аспектными особенностями р–п перехода.

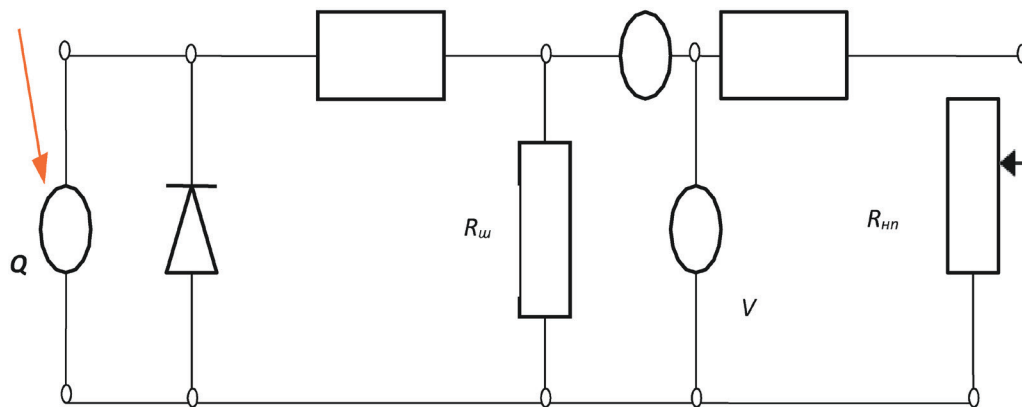


Рисунок 1. Эквивалентная схема замещения Ф-ЭМ для определения параметров вольтамперных характеристик: Q – генератор фотоэлектрического тока; A – прибор для измерения силы тока – (амперметр); V – прибор для измерения напряжения (вольтметр)

Рассматриваемый метод на базе феноменологически разработанной теории предельно допустимых фотоэлектрических и температурных режимов применяется для определения параметров вольтамперных характеристик, работающих в реальных условиях Ф-ЭМ в полном соответствии с эквивалентной схемой замещения, показанной на *рисунке 1*.

Значения тока и напряжения в зависимости от линейно-приближенной концентрации С-ЛР и прогрева Ф-ЭМ при последовательном полном сопротивлении, состоящем из суммы сопротивлений переднего и базового слоя, и определяется в соответствии со структурно созданной системой уравнений, представленных следующими формулами:

$$U_{\text{пр}} = \frac{[U_{\text{ххпр}} + \Delta U_T K_{\text{п}}](R_{\text{нп}} + R_{\text{пр}})}{(R_{\text{нп}} + R_{\text{пр}}) + R_{\text{пс}} + R_{\text{б}}} \quad (2)$$

$$I_{\text{п}} = [I_{\text{кэи}} - (I_{\text{ш}} \left(\frac{n}{N_n}\right)) \left(1 + \frac{n}{N_n}\right)] (1 - K_n) \quad , \quad (3)$$

$$\text{где } K_{\text{п}} = \left(\frac{n}{N_n}\right)^{\alpha^*}, \quad \alpha^* = \left(1 + \frac{n}{N_n}\right) \left[\frac{E_g}{U_{\text{ххпр}}}\right]$$

$$\Delta U_T = U_{\text{ххпр}}(T) - U_{\text{ххпр}}(T_0), \quad I_{\text{кэп}} = \eta_{\text{опт}} K I_{\text{кэпр}},$$

$$I_{\text{ш}} = \frac{U_{\text{ххпр}} K}{(R_{\text{ш}} + \Sigma R)}, \quad \Sigma R = R_{\text{пс}} + R_{\text{б}},$$

где $\eta_{\text{опт}}$ – это оптически выверенный КПД, K – обуславливает концентрацию, $I_{\text{кэпр}}$ обозначает предельно возможный ток при коротком замыкании (выражается в (А)) при значениях концентрации ($K = 1$); $I_{\text{ш}}$ – величина шунтирующего тока (А); n – имеет пределы изменения от 1 до 7; $R_{\text{ш}}$ – величина шунтирующего сопротивления (Ом); $R_{\text{нп}}$ – значения внешнего сопротивления измеряемого в (Ом); $R_{\text{пр}}$ – величина сопротивления соединительных проводов в (Ом); ΣR – суммарное значение внутренних сопротивлений в (Ом); $R_{\text{пс}}$ – величина сопротивления переднего слоя в (Ом); $R_{\text{б}}$ – величина, соответствующая сопротивлению базы в (Ом).

Предельно-возможные значения вольтамперно-параметрических характеристик определяются на базе феноменологически разработанной теории предельно допустимых фотоэлектрических и температурных режимов с использованием формул, представленных выше.

При этом $U_{\text{ххпр}}$ – величина предельно допустимого напряжения холостого хода, находящаяся в прямой зависимости от температурных режимов; $I_{\text{кэп}}$ – значение тока, которое линейно зависимо от оптического КПД ($\eta_{\text{опт}}$)

рабочей поверхностной площади Ф-ЭМ. Также следует отметить, что для расчетов вольтамперных характеристик используются следующие сопротивления Ф-ЭМ: переднего слоя, зашунтированного слоя и базового слоя, а также сопротивлений нагрузки и проводов (Базилевский, Лукьяненко 2005; Шерьязов 2013; Бутузов 2009).

Вольтамперные характеристики, находящиеся в непосредственной зависимости от различных шунтирующих сопротивлений, характеризующиеся технико-технологическими особенностями производства Ф-ЭМ, показаны на *рисунке 2*.

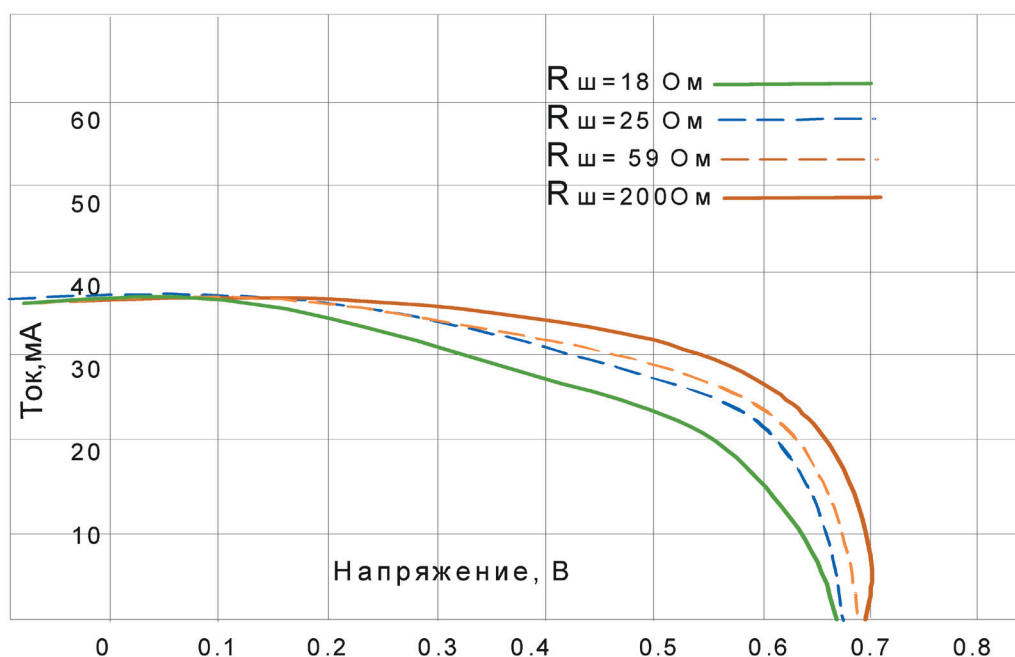


Рисунок 2. Вольтамперные характеристики с различными шунтирующими сопротивлениями

Также следует рассмотреть расчетно-выверенную прямую зависимость КПД от значений шунтирующих сопротивлений Ф-ЭМ, показанную на *рисунке 3*.

Из данных, приведенных на *рисунке 2* и *рисунке 3*, следует отметить, что при уменьшении шунтирующего сопротивления падают значения вольтамперных характеристик, а при величинах шунтирующих напряжений, находящихся ниже 55 Ом, замечено резкое падение КПД.

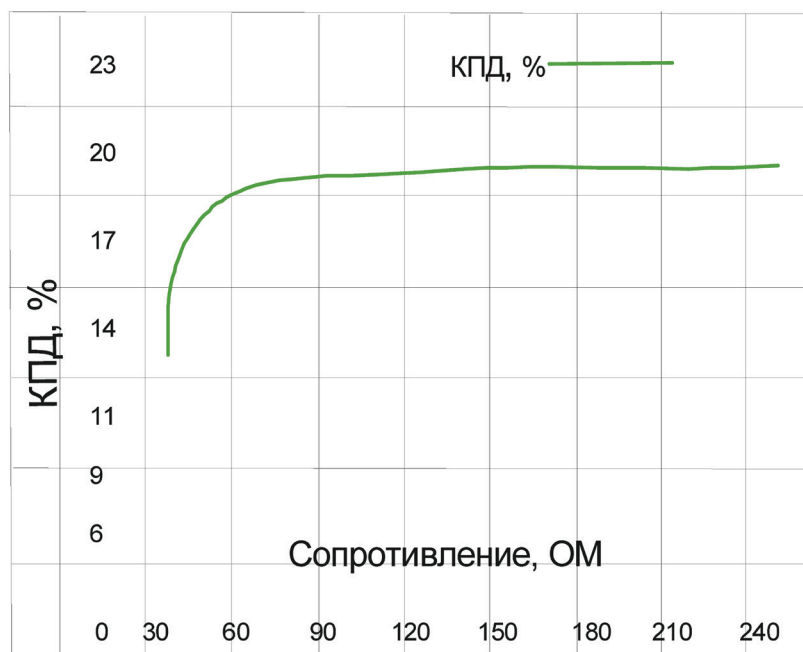


Рисунок 3. Вольтамперная характеристика зависимости КПД от значений шунтирующих сопротивлений Ф-ЭМ

На рисунке 4 показаны графически зависимые от значений шунтирующих сопротивлений Ф-ЭМ отношения напряжения холостого хода, полученные на базе феноменологически разработанной и фундаментально-скомпилированной теорий.

При этом следует выделить, что зависимые отношения напряжения холостого хода от значений шунтирующих сопротивлений Ф-ЭМ рассчитывались с использованием формулы соответствующей фундаментально-скомпилированной теории, которая представлена ниже:

$$U_{xx} = \frac{AkT}{q} \cdot \ln\left[\left(\frac{I_{\Phi}}{I_0} + 1\right) - \frac{U_{xx}}{I_0(R_{ш} + R)} \cdot \left(1 - \frac{qR}{AkTI_{\Phi}}\right) \exp\left(\frac{qU_{xx}}{AkT}\right)\right] \quad (4)$$

Также принималось во внимание, что величина шунтирующего сопротивления определялась значением торцевого шунтирующего тока Ф-ЭМ в полном соответствии с эквивалентной схемой, показанной на рисунке 1. Исходя из полного соответствия характеристических параметров, полученных на основе феноменологически разработанной и фундаментально-скомпилированной теорий, можно заметить очевидность, указывающую на правомерность рассмотренной выше эквивалентной схемы (Амерханов, Цыганков, Козюков 2015; Гусаров, Иродионов, Майоров, Сагинов 2013).

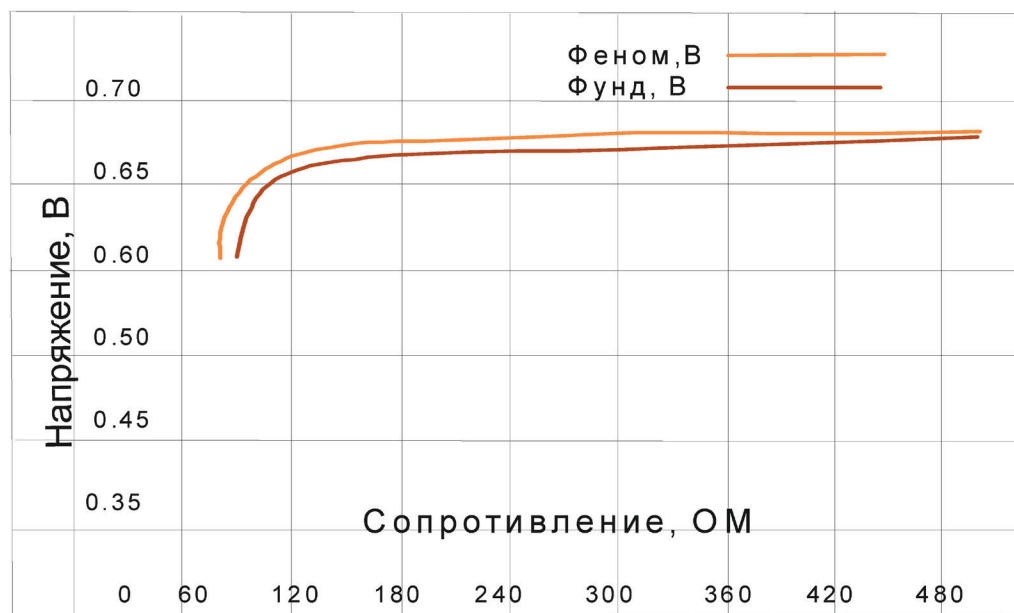


Рисунок 4. Вольтамперная характеристика зависимости отношения напряжения холостого хода от значений шунтирующих сопротивлений Ф-ЭМ

Заключение

Таким образом, исходя из полного соответствия характеристических параметров, полученных на основе феноменологически разработанной и фундаментально скомпилированной теорий, мы наблюдаем очевидность, которая указывает на полную правомерность рассмотренной выше эквивалентной схемы, представленной на *рисунке 1*.

Также становится абсолютно понятно, что вполне можно производить расчеты на основе обеих теорий, и при этом получать достаточно точные прогнозные параметрически-скомпилированные энергетические характеристики, а это уже можно считать достаточно серьезным достижением в области получения вольтамперно-параметрических характеристик, работающих в реальных условиях Ф-ЭМ.

Литература

Амерханов, Цыганков, Козюков 2015: Амерханов Р. А., Цыганков Б. К., Козюков Д. А. Состояние развития солнечной фотоэнергетики [Текст] // Труды Кубан-

ского государственного аграрного университета. 2015. № 6 (57). Краснодар, 2015. С. 161–169.

Базилевский 2005: Базилевский А. Б., Лукьяненко М. В. Моделирование вольтамперных характеристик солнечных батарей // Вестник Сибирского государственного аэрокосмического университета им. академика М. Ф. Решетнева. Новосибирск, 2005. № 4. С. 63–66

Бутузов 2009: Бутузов В. В. Расчетные значения интенсивности солнечной радиации для проектирования гелиоустановок [Текст] // Альтернативная энергетика и экология. М., 2009. № 11 (79).

Гусаров, Иродионов, Майоров, Сагинов 2013: Гусаров В. А., Иродионов А. Е., Майоров В. А., Сагинов Л. Д. Исследование характеристик работы солнечных электростанций / Альтернативная энергетика и экология. 2013. № 4 (2). С. 21–25.

Шерьязов 2013: Шерьязов С. К. Исследование основных характеристик солнечной батареи в видимой части спектрального излучения источника света // Достижения науки – агропромышленному производству. М., 2013. 208 с.

**А. И. Марколия, И. А. Екба,
Е. М. Кимкетов, М. Д. Кимкетов**

АФОТОФЫМЦАМЧТӘ МОДУЛЬҚӘА АВОЛЬТАМПЕРТӘ ПАРАМЕТРИКАТӘ ҚАЗЫҒАРБАҚӘА РАҒАСАБТӘ АШҒАҚӘЫРҒӘҒӘРА

Аннотация. *Астатиағы анализ рызууп афотофымцамч амодульқәа рылїишәа дүқәа раан амра-шәахәатә радиация афотофымцамч еитәкгақәа хәартәра злоу русура арбага азырҳаразы шьәтәркыгоу афизикатә принципқәа реилкаара аконцепцияқәа.*

Атїаара шьәтәс иамоуп ө-теориак: ахцәажәаратә шьәқәыргыларатә теориеи аилайаратә теориеи рыбзоурала зиура алыршахаз авольтампер-хышәаратә қазығарбақәа реҒеҒырҒиша. Атїаара лїишәас иуңхәазар калопит афотофымцамчтә модульқәа рҒы аус зуа авольтампер-хышәаратә қазығарбақәа ҳасаб рзураан артә өтеориак рхархәара.

Ихадароу ажәакәа: *афотофымцамчтә модуль, афотофымцамчтә еитәкгақәа, ацәахәа-еизааигәаратә еидкыларә, афотофымчтәиши ашыратәиши усушьәқәа.*

A. I. Markolia, Y. A. Ekba, E. M. Kimketov, M. D. Kimketov

CALCULATION SUBSTANTIATION OF THE CURRENT-VOLTAGE-PARAMETRIC CHARACTERISTICS OF PHOTOVOLTAIC MODULES (PVM)

Annotation. *The article analyzes the concepts of identifying the basic physical principles for increasing the efficiency of photoelectric converters of solar radiation (SR) at the maximum-limiting values of the PVM efficiency.*

The study is based on a comparison of current-voltage-parametric characteristics obtained on the basis of two theories: phenomenologically developed and fundamentally compiled theories. The validity of the use of both theories in the calculation of current-voltage-parametric characteristics operating in real conditions of PVM can be considered the result of the study.

Keywords: *PVM, SR photoelectric converters, linear-approximate concentration, photoelectric and temperature regimes, PVM shunt resistances.*

ФОТОЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ УСТРОЙСТВА (Ф-ЭнУ). ПРИМЕНЕНИЕ В УСЛОВИЯХ АБХАЗИИ

Аннотация. *В основе статьи – комплексное исследование основных типажей Ф-ЭнУ, применение которых перспективно для электрификации потребителей вне зоны централизованного электроснабжения. Обозначено, что в системно-ориентированных концентрирующих устройствах (С-ОКУ) важнейшей особенностью является повышение плотности (С-ЛР) на приемнике для увеличения теплового коэффициента полезного действия (КПД).*

Помимо обобщений новых данных по исследуемой теме в статье вводится в научный оборот понятие гибридный Ф-ЭнУ. В качестве исследовательской задачи авторы также предпринимают попытку оценить создание аспектно-оптимизированных соотношений между временными периодами подзарядки и разрядки тепловых аккумуляторов Ф-ЭнУ.

Ключевые слова: *Фотоэнергетические устройства (Ф-ЭнУ), концентраторы, одноосные системы слежения, тепловые аккумуляторы, гибридные концентрирующие Ф-ЭнУ.*

Введение

На момент начала исследований фотоэнергетические устройства (Ф-ЭнУ) были уже достаточно использованы для электрификации электропотребителей, находящихся вне зоны централизованного электроснабжения. Одним из способов решения проблемы электроснабжения удаленных потребителей является применение распределенной генерации на основе самовосстанавливаемых источников энергии (С-ВИЭ), в частности энергии Солнца. Следует также отметить, что в перспективных планах развития электроэнергетики Абхазии, связанных с созданием местных мини-энергосетей, использованию Ф-ЭнУ со временем будет уделяться больше внимания.

Ф-ЭнУ абсолютно безвредны в экологическом и социальном плане и требуют минимум внимания со стороны обслуживающего персонала.

Перспективы структурно-комплексного энергообеспечения децентрализованных потребителей от Ф-ЭнУ в условиях Абхазии

Ф-ЭнУ состоят из солнечных панелей, закрепленных на специализированных металлических сборных конструкциях. Предусмотрено два режима работы. К первому мы относим стационарный режим, вторым является режим слежения за Солнцем с применением трекера (*рисунок 1*).



Рисунок 1. Режим слежения за Солнцем с применением трекера

Концентраторы С-ЛР используются для Ф-ЭнУ с теплоциклическими структурами преобразования, в которых в качестве энергопреобразователей применяются паротурбины. У системно-ориентированных концентрирующих устройств (С-ОКУ) в условиях Абхазии важнейшей особенностью является способность к повышению плотности С-ЛР на приемнике для увеличения теплового коэффициента полезного действия.

При создании такого рода Ф-ЭнУ чаще всего применяются два типажа С-ОКУ:

1) к первому типужу следует отнести структурно-башенные концентраторы (*рисунок 2*);

2) ко второму типужу можно причислить Ф-ЭнУ с параболично-встроенным концентратором при наличии одноосной системы слежения (*рисунок 3*).

Этот первый типаж С-ОКУ, как правило, может состоять из нескольких тысяч зеркал, которые концентрируют С-ЛР на приемник. При этом значения солнечной энергии могут увеличиваться в 900 раз (при высоте башни

от 10 до 170 м и площади зеркал от 3 до 110 м²). В роли теплоносителя может использоваться обычная дистиллированная вода, которая в структурно-башенном концентраторе нагревается до 570° С.



Рисунок 2. СФ-ЭУ с С-ОКУ в виде структурно-башенного концентратора

Ф-ЭнУ с параболоидно-встроенными концентраторами и одноосными системами слежения, преобразовывающие С-ЛР в электрическую энергию, представлены на *рисунке 3*.

Параболоидно-встроенный концентратор с одноосной системой слежения – это Ф-ЭнУ, в котором зеркала параболической формы переориентируются вслед за движением Солнца и при этом создают фокусировку волн С-ЛР на теплообменном устройстве. Такое С-ОКУ вполне может увеличить значения солнечной энергии (СЭ) в 120 раз и поднять температуру теплопереносящей специальной маслянистой субстанции до 420° С. Эта маслянистая субстанция через теплопередающее устройство отдает тепловую энергию водяному пару, который в свою очередь приводит во вращение паровую турбину на электростанции.

На современном технико-технологическом уровне развития уже имеются Ф-ЭнУ с тепловыми аккумуляторами в виде больших сферических со-

судов с расплавленной солью, способных находиться в режиме ожидания до 10 часов.

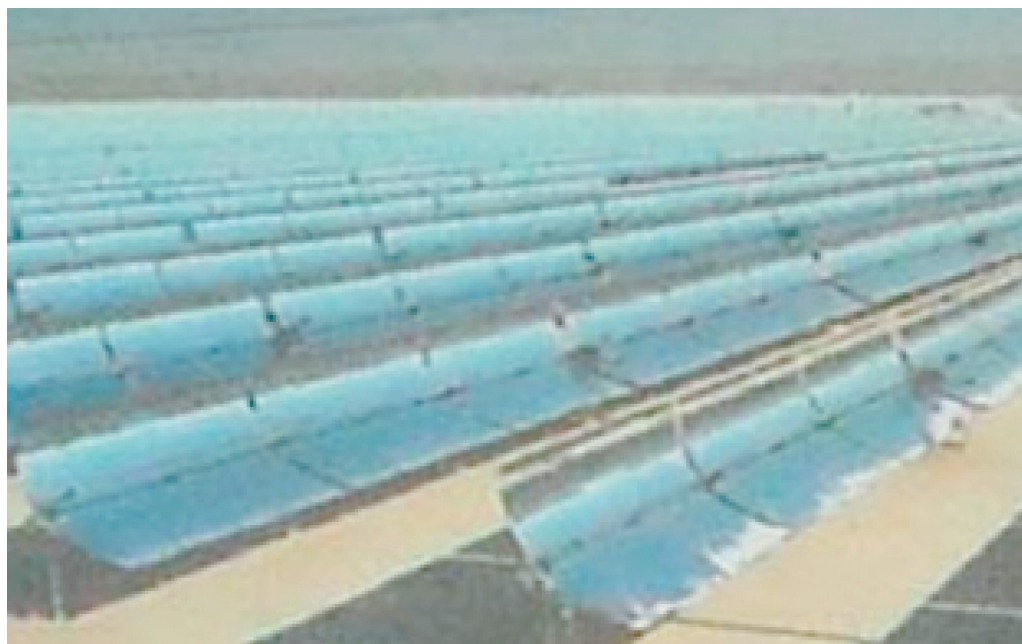


Рисунок 3. Ф-ЭнУ с параболоидно-встроенным концентратором и наличием одноосной системы слежения

Такие Ф-ЭнУ имеют конструктивно-встроенные структурно-системные элементы, к которым относится приемник С-ЛР, преобразующий солнечную энергию в тепловую с нагревом теплоносителя и дальнейшим переносом этого теплоносителя к тепловым аккумуляторам.

Существуют две конструктивно-принципиальные схемы.

При одной из схем происходит нагревание теплоносителя в приемнике С-ЛР, а затем следует подгрузка тепловых аккумуляторов, которые сами прогревают рабочее тело. В данной схеме тепловые аккумуляторы выполняют функцию буферной зоны, а сама связь с тепловым устройством происходит при помощи теплообменника.

Вторая схема предусматривает, что нагрев рабочего тела происходит в самом приемнике С-ЛР. При этом связь с тепловым устройством осуществляется в результате вывода некоторой части рабочего тела, которое было нагрето тепловыми аккумуляторами без промежуточно встроенных элементных устройств.

Сравнивая эти две схемы, мы видим, что в первой схеме наблюдается больший температурный дисбаланс между нагревающим элементом приемника и охлаждающей структурой тепловых аккумуляторов. При этом следует заметить, что во второй схеме тепловая энергия несколько уменьшается в процессе аккумулирования и обратном циклическом возвращении. Из этих двух схем возможно получить обобщающее, теоретически скомпированное обоснование того, что всякая энерготепловая установка будет стабильно работать, если графику потребления соответствует режим дневной или недельной ритмичности. При этом остро стоит вопрос запасаения энергии – на случай максимально пиковых нагрузок потребления. В такие моменты особенно важно наличие эффективных тепловых аккумуляторов с использованием теплоносителей, у которых как подъем, так и спад температурных параметров сопровождается фазово-встроенными переходами. Основная задача состоит в создании аспектно-оптимизированных соотношений между временными периодами подзарядки и разрядки тепловых аккумуляторов.

Особенно важным элементом Ф-ЭнУ, используемым для получения горячей воды, является коллектор С-ЛР. В обычных конструкциях вакуумных коллекторов С-ЛР для путей, по которым передается тепло, применяются медные тепловые трубки. Их нагрев происходит внутри вакуумных остекленных емкостей, при этом полученное от них тепло поднимается в верхнюю зону устройства, и уже там осуществляется процесс конденсации.

В двухконтурных Ф-ЭнУ используются вакуумные коллекторы С-ЛР для почти круглогодичного нагрева воды и отопления автономных частных домовладений. На *рисунке 4* показан Ф-ЭнУ с вакуумными коллекторами С-ЛР, предназначенными для производства и аккумуляции тепловой энергии (Калинин, Дубинин, 1983; Э. Кимкетов, Эмба, Марколия, М. Кимкетов 2020; Виссарионов, Дерюгина, Кузнецова, Малинин 2008).

Также существует еще типаж вакуумных коллекторов С-ЛР, в которых используются медные тепловые трубки U-образной формы. В коллекторах этого типажа применяется структурно замкнутый контур, по которому в нижней зоне трубки движется теплоноситель, имеющий небольшие температурные характеристики. Однако, нагреваясь, теплоноситель достаточно скоро перемещается в верхнюю зону коллекторов С-ЛР. Именно это обстоятельство обеспечивает таким коллекторам большую эффективность в сравнении с обычными.

Весьма интересными можно назвать гибридные Ф-ЭнУ, которые обладают способностью производить тепловую и электрическую энергию одновременно. Такие Ф-ЭнУ представляют собой симбиоз фотоэлектриче-

ской панели и коллекторов С-ЛР, их принято называть гибридными Ф-ЭнУ, и созданы они на базе коллекторов С-ЛР и фотоэлектрических модулей. Их важнейшим достоинством вполне определенно можно считать возможность понижения температурных параметров фотоэлементов за счет применения теплоносителя в тепловой зоне коллекторов С-ЛР, поскольку при увеличении температурных значений фотоэлемента эффективность производства электрической энергии существенно снижается.



Рисунок 4. Ф-ЭнУ с вакуумными коллекторами С-ЛР

В таком устройстве теплоноситель работает как охлаждающая жидкость и может поддерживать стабильные температурные значения в районе 45°C , что в свою очередь значительно улучшает общеэксплуатационные характеристики гибридных Ф-ЭнУ по сравнению с обычными фотоэлектрическими модулями (Ф-ЭМ).

Использование гибридных Ф-ЭнУ предполагает структурно-комплексное энергообеспечение потребителей, находящихся вне территорий централизованного энергоснабжения, что очень актуально для условий Абхазии. При этом следует заметить, что для эксплуатации гибридных Ф-ЭнУ с максимально возможными значениями эффективности необходимо применять их в режимах работы, соответствующих низкопотенциальным источ-

никам энергии, то есть температурные характеристики на фотоэлементах не должны превышать 45°C . Гибридный Ф-ЭнУ, созданный по новейшим технико-технологическим структурированным проектам, представлен на *рисунке 5*.

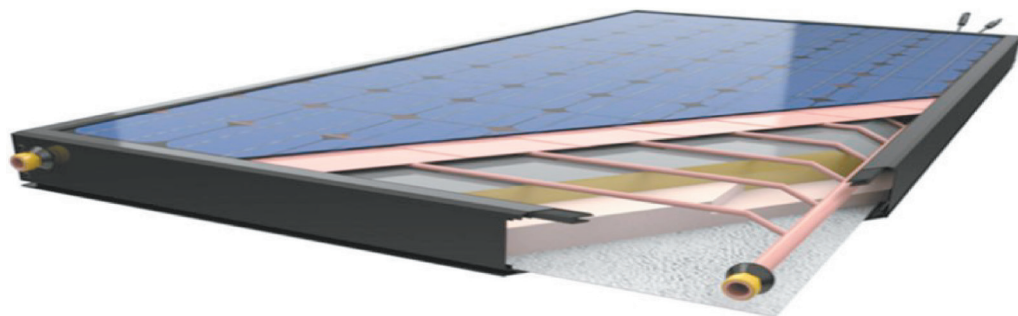


Рисунок 5. Гибридный Ф-ЭнУ, созданный по новейшим технико-технологическим структурированным проектам

Такие гибридные Ф-ЭнУ, созданные на базе коллекторов С-ЛР и Ф-ЭМ, дают возможность одновременно нагревать воду и производить электрическую энергию. В таких гибридных устройствах применяются неокругленные медные тепловые трубки, чья типажность позволяет получать оптимизированно-расчетную объемность от С-ЛР. При этом такая структурность медных тепловых трубок существенно понижает общую температурную составляющую фотоэлементов по сравнению с обычными Ф-ЭМ. Рассмотренный выше гибридный Ф-ЭнУ представлен на *рисунке 6*.

Преимущества гибридных концентрирующих Ф-ЭнУ перед плоскими в том, что, во-первых, требуется значительно меньшее количество материалов для коллекторов С-ЛР и Ф-ЭМ, а, во-вторых, имеют место несколько лучшие температурно-характеристические параметры теплоносителя, что в совокупности создает условия для выработки большей электрической и тепловой энергии. Однако имеются и некоторые недостатки, к которым следует отнести системы слежения за Солнцем, повышающие сложность и стоимость конструкции, а также создающие достаточно высокие температурные режимы работы Ф-ЭнУ, что приводит к понижению их общепроектной эффективности.

При этом гибридное концентрированное устройство является самым значимым среди подобных типажных моделей, так как рассматривает самое большое количество параметрических характеристик, оказывающих влияние на различные режимы работы Ф-ЭнУ в целом. Эта модель являет-



Рисунок 6. Гибридный Ф-ЭнУ, созданный на базе коллекторов С-ЛР и Ф-ЭМ

ся универсальной и вполне подходит как для концентрирующих, так и для плоских Ф-ЭнУ при использовании в горных районах Абхазии. По сути, эта универсальная расчетная модель является обобщенной моделью Хоттель-Уилера, которая учитывает еще и вырабатываемую электрическую энергию на фотоэлектрическом модуле.

Модель показана в уравнении (1) для расчета тепловой мощности для нестационарного режима работы:

$$C_{eff} \frac{dT_m}{dt} = G_{red} \Sigma \cdot \eta_o \cdot (1 - b_u \cdot u) + (b_1 + b_2 \cdot u) \cdot (T_m - T_{umg}) + q_{kond} - q_{nutz} \quad (1)$$

где – абсолютно-эффективная теплоемкость (кДж / (кг·К));

T_m – усредненная температурная характеристика КС-ЛР (°С);

G_{red} – С-ЛР, приходящая на приемник (Вт/м²);

η_o – оптико-устойчивая эффективность коллектора С-ЛР;

b_u – коэффициент скоростно-ветровой;

u – скоростной параметр ветра (м/с);

b_1 – коэффициент тепловыделяемых потерь КС-ЛР ($\text{м}^2\text{К}$);

b_2 – коэффициент отношения тепловыделяемых потерь от скоростных параметров ветра ($\text{м}^3\text{К}^2$);

T_{umg} – температурные характеристические особенности окружающей среды ($^{\circ}\text{C}$);

q_{kond} – характеристические параметры конденсационного тепловыделения ($\text{Вт}/\text{м}^2$);

q_{nutz} – параметрические характеристики тепловыделяемой мощности ($\text{Вт}/\text{м}^2$).

При стабильно установленной С-ЛР, равной $1200\text{Вт}/\text{м}^2$ вполне возможно получение общепользуемой мощности до значений, равных при соотношении 1: 3 произведенной электрической энергии к тепловой энергии (Канзанджан, Некрылов 2009; Стребков, Тверьянович 2007).

Заклучение

Таким образом, применение в условиях Абхазии Ф-ЭнУ, рассмотренных в данной статье, весьма целесообразно, но при предварительных сравнительно-расчетных сопоставлениях с эффективностью традиционных источников энергии. При этом следует принимать во внимание, что Ф-ЭнУ не оказывают никакого вредного воздействия на природно-климатические свойства окружающей среды, что чрезвычайно важно в условиях Абхазии.

Литература

Виссарионов, Дерюгина, Кузнецова, Малинин 2008: В. И. Виссарионов, Г. В. Дерюгина, В. А. Кузнецова, Н. М. Малинин. Солнечная энергетика: учеб. пособие для вузов / под. ред. В. И. Виссарионова. М., 2008. 276 с.

Калинин, Дубинин 1983: Калинин Ю. Я., Дубинин А. Б. Нетрадиционные способы получения энергии. Саратов, 1983. 70 с.

Канзанджан, Некрылов 2009: Канзанджан Б. И., Некрылов В. Н. Солнечные системы теплоснабжения // Вестник Российской академии естественных наук. Т. 9. М., 2009. № 1.

Кимкетов, Кимкетов, Марколия 2022: Кимкетов Э. М., Кимкетов М. Д., Марколия А. И. Перспективные тенденции использования энергии солнца в Абхазии // Вестник АНА. Серия «Естественные науки». № 12. Сухум, 2022.

Стребков 2007: Стребков Д. С., Тверьянович Э. В. Концентраторы солнечного излучения / под ред. Д. С. Стребкова. М., 2007. 316 с.

УДК 621.3.07

Е. М. Кимкетов, М. Д. Кимкетов

**АФОТО-МЧХАРАТЭ ШЬАҚӘГЫЛА
АПСНЫ АФНЫЦКА АХАРХӘРА**

Аннотация. Астатиа шьатас иаиуит ихадароу фымцалашарала ауаа реиқэы-ришара иацхрааша, изыңсахша афото-мчхаратэ шьақэгыла ахкы хадақэа комплексла рытйаара. Иазгэаҗоуп, системала зееизызкуа ашьақэгылақэа ирчыдара хаданы ишыкоу аңхарра арбага анырра бзиа шьтызхуа амыругағы афра-шаахэатэ радиация ажэпара.

Зытйаара мөағысуа атемала адырра ғыцқэа реизакра адагы, атйаара-дырратэ хархэараз иаллагалоуп аилкаара ғыц – агибридтэ фото-мчхаратэ шьақэгыла. Авторцэа тйаарадырратэ хықэкны ишьтырхуеит афото-мчхаратэ шьақэгыла иамоу аңхарратэ аккумуляторқэа ртэареи рақакреи ирыб-жыоу аамтатэ зытйақэа распект-еицахаратэ зыказаашьа ахэ ашьара.

Ихадароу ажэақэа: афото-мчхаратэ шьақэгыла, аконцентраторқэа, ахылаңиращаразы лырак змоу асистема, аңхарратэ аккумуляторқэа, афото-мчхаратэ ееизакыгақэа ргибридқэа.

УДК 621.3.07

Э. М. Кимкетов, М. Д. Кимкетов

**REALLY-IN-DEMAND PHOTO-ENERGY DEVICES (F-EnU) THE
USE OF WHICH IS VERY APPROPRIATE IN THE CONDITIONS OF
ABKHAZIA**

Annotation. The article is devoted to a comprehensive study of the main types of F-EnU that can be used for electrification of electric consumers located outside the zones of centralized power supply. The author indicates that the most important issue for system-oriented concentrating devices (C-OCU) is to increase the volume-structural density of C-LR at the receiver, in order to increase the thermal efficiency. The article summarizes new material on the topic under study, and also introduces the concept of hybrid F-EnU into scientific circulation, which assumes structurally complex energy supply to consumers located outside the territories of centralized energy supply. As a research task, the authors determined an attempt to evaluate the creation of aspect-optimized relationships between the time periods of charging and discharging thermal batteries of F-EnU. The results of the study expand knowledge about en.

Keywords: Photo-energy devices (F-EnU), concentrators, uniaxial tracking systems, thermal accumulators, hybrid concentrating F-EnU.

АЭКОЛОГИА • ЭКОЛОГИЯ

УДК 551.5

А. К. Ахсалба, Я. А. Экба, С. И. Марандиди, Л. В. Хинтуба

БЮЛЛЕТЕНЬ ОПЕРАТИВНОГО МОНИТОРИНГА ПОГОДЫ НА ТЕРРИТОРИИ АБХАЗИИ ЗА 2022 ГОД

Аннотация. *Продолжаем мониторинг климата Республики Абхазия: в представленной статье – результаты по исследованиям 2022 г., которые осуществляет отдел гидрометеорологического и экологического мониторинга Института экологии АНА на регулярной основе. Приводятся данные о наблюдавшихся в 2022 г. аномалиях различных климатических переменных, об агроклиматических условиях и опасных гидрометеорологических явлениях года, а также о тенденциях современных изменений климата на территории Абхазии.*

Ключевые слова: *изменения климата, опасные погодные явления, температура воздуха, атмосферные осадки, климатическая норма, климатическая аномалия, месячные и годовые суммы осадков.*

Одной из важнейших проблем, стоящих перед человечеством, является глобальное потепление и связанные с ним неблагоприятные и опасные последствия. Республика Абхазия при неблагоприятных изменениях климата потенциально уязвима: рост среднегодовой температуры после 1994 г. на 2 градуса превосходит климатическую норму. Необходим баланс в учете положительных и негативных последствий при выработке мер по адаптации и смягчения последствий изменения климата. Для своевременной корректировки адаптационных планов необходима информация о колебаниях такого рода. Информация является результатом обобщения данных регулярного мониторинга климата на территории Абхазии. Все приведенные в работе данные получены с использованием данных метеорологических наблюдений на станциях Республики Абхазия. Аномалии определены как отклонения обнаруженных значений от «нормы», за которую принято многолетнее среднее за базовый период (в большинстве случаев в качестве базового используется период 1991–2020 гг.; в некоторых случаях, когда это было по тем или иным причинам нецелесообразно или невозможно, выбор базового периода специально оговаривается в тексте).

Температура воздуха

Данные. В разделе использованы данные о температуре приземного воздуха месячного разрешения на сети трех метеорологических станций Абхазии, из которых одна станция расположена в приморской, две – в предгорной и горной зонах Абхазии. Приводятся оценки показателей аномальности текущего состояния и изменений климата в точках расположения станций и региональные обобщения для Абхазии для календарных сезонов и года (январь – декабрь); месячные аномалии анализируются для детализации. Отметим, что непрерывные данные с 1904 года по настоящее время имеются по ГМС «Сухумский Маяк»

Особенности температурного режима в 2022 г.

Оценивая температурный режим 2022 года, можно отметить что он был экстремально теплым – за счет среднемесячной температуры в августе, превысившей климатическую норму $+2,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ (рисунок 1). Интересно отметить, что зимние температуры, в отличие от весенних и осенних, превышали климатическую норму на $1-1,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ (декабрь, февраль). Среднемесячные значения температур в весенний период находились ниже климатической нормы, что свидетельствует о некомфортных погодных условиях в этот

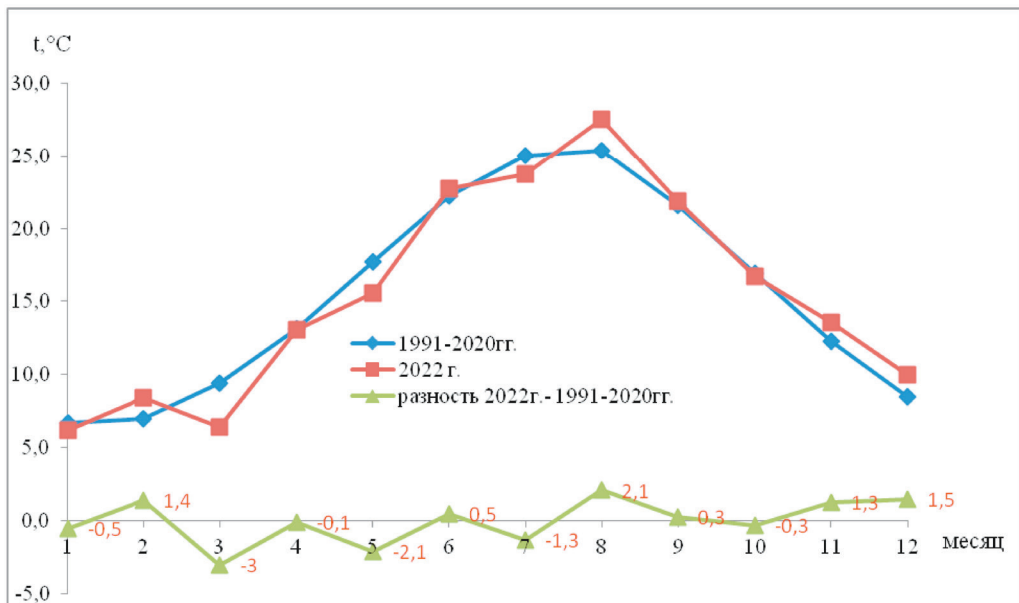


Рисунок 1. Ход температуры воздуха в г. Сухуме в 2022 году

период. Осенние температуры превышали климатическую норму (за исключением октября) ($-0,3^{\circ}\text{C}$), что было благоприятно для сбора урожая сельхозкультур. Средняя годовая температуры воздуха составила $15,5^{\circ}\text{C}$ (в пределах климатической нормы – средняя за 1991–2020 гг. $15,5^{\circ}\text{C}$).

Следует отметить, что температура воздуха на территории Абхазии сильно варьирует в зависимости от высоты местности, близости моря и т.д. Мы впервые приводим данные по температуре воздуха по трем метеорологическим станциям Абхазии за 2022 г. (рисунок 2).

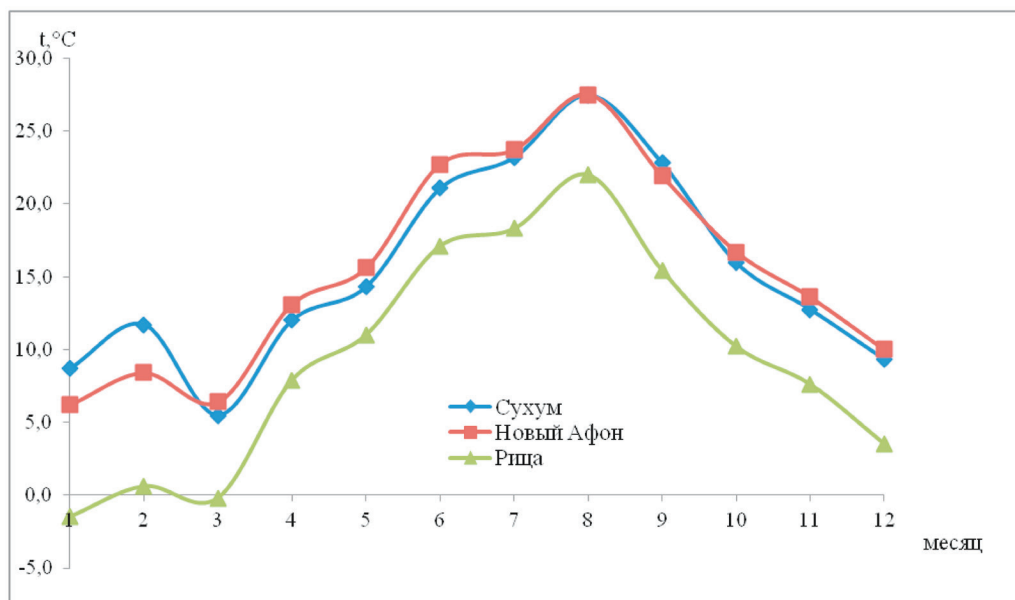


Рисунок 2. Среднемесячные значения температуры воздуха по показаниям метеорологических станций: «Сухумский Маяк», «Новый Афон» и «Рица»

Видно, что температура воздуха по показаниям МС «Рица» ниже, чем в Сухуме и Новом Афоне (в особенности в зимний период).

Зимой 2021/2022 годов средняя по территории Абхазии температурная аномалия по отношению к климатической норме 1991–2020 гг. составила $+0,8^{\circ}\text{C}$.

В декабре 2022 года среднемесячная температура составляла 10°C , что является, как и в 2019 и 2021 гг. высоким показателем за последние 10 лет. Средняя по Абхазии температурная аномалия составляла $+1,5^{\circ}\text{C}$.

В январе 2022 года средняя аномальная температура составила $-0,5^{\circ}\text{C}$. Среднемесячная температура составляла $+6,2^{\circ}\text{C}$. Абсолютный минимум

–1,4 °С, абсолютный максимум + 15,8 °С, что примерно на 2 °С ниже, чем в 2021 г.

В феврале 2022 года средняя по Абхазии температура составила +6,9 °С, среднемесячная температура равнялась +8,4 °С, что превышает климатическую норму на 1,4 градуса. Абсолютный минимум –6,6 °С, абсолютный максимум +20,5 °С.

Таблица 1

Температурные аномалии в 2022 году по г. Сухуму

Температура воздуха, °С по данным ГМС «Сухумский Маяк»					
Месяц	Минимум	Максимум	Средняя	Климат. норма (1991–2020 гг.)	Отклонение от нормы
Январь	– 1,4	15,8	6,2	6,7	–0,5
Февраль	0,8	18,8	8,4	7	+1,4
Март	0,5	20,3	6,4	9,4	–3
Апрель	6,1	24,6	13,1	13,2	–0,1
Май	10,1	26,7	15,6	17,7	–2,1
Июнь	15,4	28,9	22,7	22,2	+0,5
Июль	18	30,2	23,7	25	–1,3
Август	21,8	33,4	27,5	25,4	+2,1
Сентябрь	12,5	31,5	21,9	21,6	0,3
Октябрь	8,7	27,4	16,7	17	–0,3
Ноябрь	7,7	18,7	13,6	12,3	+1,3
Декабрь	3,1	17,8	10	8,5	+1,5

Анализируя температурные данные *таблицы 1*, отмечаем, что среднегодовая температура по г. Сухуму составляла 16,3 °С, что на 0,8 °С выше многолетней нормы в период 1991–2020 гг. В зимнее время в приморской зоне Абхазии преобладала теплая погода (средняя месячная температура воздуха в феврале и декабре была на 1,4–1,5 °С выше климатической нормы).

Весной 2022 года средняя температурная аномалия составила –1,7 °С, что свидетельствует о преобладании холодных погодных условий (*Эмба, Ахсалба, Хинтуба, Марандиди 2021*).

В марте наступило резкое похолодание, по г. Сухуму температурная аномалия составляла – 3 °С, среднемесячная температура +6,4 °С (на 1,2 °С ниже, чем в 2021 г.). Март оказался холоднее, чем февраль, на 0,3 °С.

По Абхазии абсолютный минимум составил $-5,6$ °С, абсолютный максимум $+13,6$ °С.

В апреле средняя по Сухуму аномалия температуры составляла $0,1$ °С, среднемесячная температура $+13,1$ °С. По Абхазии абсолютный минимум составлял $+6,2$ °С, абсолютный максимум $+20,4$ °С.

В мае температурная аномалия по Сухуму составила всего $-2,1$ °С. Абсолютный минимум по Абхазии $+8,7$ °С, абсолютный максимум $+25$ °С.

Летом 2022 года средняя по Сухуму аномалия температуры составила $+1,3$ °С.

В июне средняя по Сухуму аномалия температуры составила $+0,5$ °С, среднемесячная температура $-22,7$ °С. По Абхазии абсолютный минимум составлял $+9,4$ °С (среднее абсолютно минимальное значение $+13,2$ °С), абсолютный максимум $+28,9$ °С (среднее абсолютно максимальное значение $+25,9$ °С).

В июле осредненная температура по Абхазии не превышала $21,7$ °С, температурные аномалии по Сухуму составляли $-1,3$ °С, что свидетельствует о наличии холодных периодов. Наблюдались и жаркие дни с абсолютно максимальной температурой $+30,2$; $+30,7$ °С.

В августе осредненные температурные аномалии по Сухуму составляли $+2,1$ °С, наблюдались максимальные температуры $+33,4$; $+34,7$ °С.

Осенью осредненная по Сухуму аномалия температуры составляла $+1,3$ °С.

В сентябре осредненная по Сухуму аномалия $+0,3$ °С, среднемесячная температура составляла $21,9$ °С, и это значение – один из самых низких показателей за последние 10 лет. Абсолютный максимум по Абхазии составлял $+35,9$ °С, минимум $+4,9$ °С.

Октябрь оказался еще прохладнее, чем сентябрь, осредненная по Сухуму аномальная температура составляла $-0,3$ °С, среднемесячная температура $+16,7$ °С.

В ноябре осредненная по Сухуму аномальная температура составляла $+1,3$ °С, среднемесячная температура $+13,6$ °С (на $0,6$ °С выше, чем в 2021 г.), одна из самых высоких за последние 7 лет.

В декабре 2021 года осредненная по Сухуму аномалия составляла $+1,5$ °С, среднемесячная температура $+10$ °С (соответствие климатической норме).

Впервые за послевоенный период удалось возобновить метеонаблюдения на метеостанциях «Новый Афон» и «оз. Рица» с использованием автоматизированных метеорологических станций. Данные по температуре воздуха, давлению, скорости ветра являются надежными, а вот по атмосферным осадкам – значительно занижены, особенно в зимнее время.

В таблице 2 представлены значения среднемесячных температур по ст. «Новый Афон».

Таблица 2

Температурные аномалии в 2022 г. по г. Новый Афон

Температура воздуха, °С по данным МС «Новый Афон»			
Месяц	Минимум	Максимум	Средняя
Январь	–0,4	16,3	8,7
Февраль	0,8	20,5	11,7
Март	0,7	11,4	5,5
Апрель	0,9	10,6	12
Май	12,8	20,3	14,3
Июнь	14,8	27,2	21,1
Июль	17,9	30,7	23,2
Август	22,4	34,7	27,5
Сентябрь	12,0	35,9	22,8
Октябрь	5,6	28,2	16,0
Ноябрь	4,8	29,4	12,8
Декабрь	0,7	24,1	9,3

Анализируя данные таблицы, видим, что среднегодовая температура ПСВ по ст. «Новый Афон» составляет 15,4 °С, что на 0,6 °С выше многолетней нормы за период 1961–1990 гг.

Среднегодовая температура воздуха на оз. Рица в 2022 году составила 8,5 °С, что на 0,7 °С выше многолетней нормы за период 1961–1990 гг.

Таблица 3

Температурные аномалии в 2022 г. по ГМС «оз. Рица»

Температура воздуха, °С МС «Рица»			
Месяц	Минимум	Максимум	Средняя
Январь	–9	4,8	–1,5
Февраль	–6,6	7,2	0,6
Март	–6,8	9	–0,2
Апрель	–0,8	25,9	7,9
Май	3,3	28	11

Июнь	9,4	27,7	17,1
Июль	11,1	28,9	18,3
Август	14,3	29,3	22
Сентябрь	4,9	31,7	15,4
Октябрь	1,6	20,3	10,2
Ноябрь	2,7	15,2	7,6
Декабрь	-3,7	9,2	3,5

2. Атмосферные осадки

Оценивая влажностный режим территории Республики Абхазия, можно сказать, что наблюдается увеличение годовой суммы осадков (*Экба, Ахсалба, Марандиди, Корсантия 2021; Экба, Ахсалба, Хинтуба, Марандиди 2021*).

На *рисунке 3* приведены максимальные значения суточного количества осадков редкой повторяемости по данным ГМС «Сухумский Маяк».

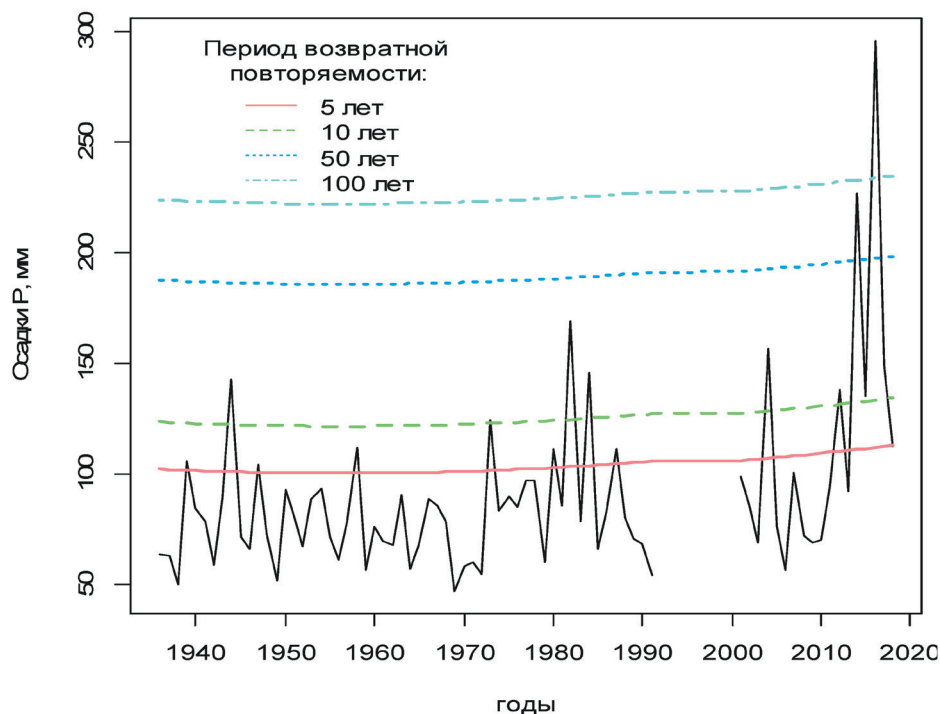


Рисунок 3. Пример нестационарной оценки максимального суточного количества осадков редкой повторяемости для ГМС «Сухумский Маяк»

Выявлена неустойчивость в тенденции к увеличению осадков, характеризующейся последовательным чередованием климатических норм осадков от одного 30-летия к другому. Наибольшая годовая сумма осадков наблюдалась в период 1991–2020 гг. и составила 1 960 мм, что превышает на 264 мм годовую норму (1 656 мм) за 1981–2010 гг.

На *рисунке 4* приведены графики фактических месячных сумм осадков на территории Абхазии в 2022 г.

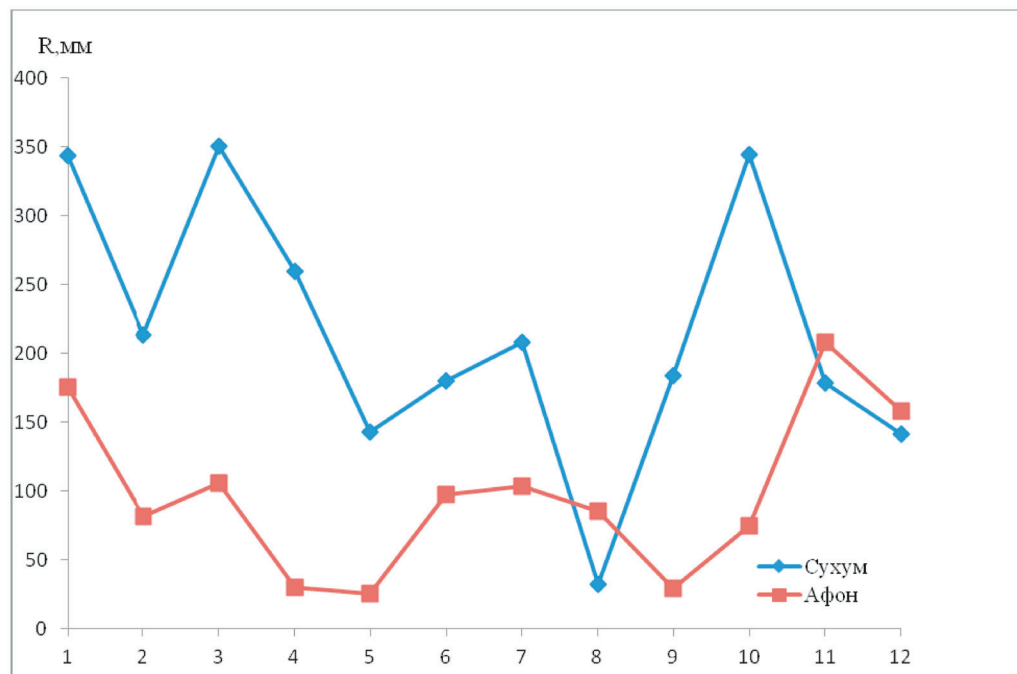


Рисунок 4. Количество осадков (мм) по данным ГМС «Сухумский маяк» и ГМС «Новый Афон» за 2022 год

Зимой аномалия осадков составила + 193 мм выше нормы, особенно много осадков выпало в январе (344 мм).

Весной аномалия значительная – 319,8 мм отклонения от нормы. Наименьшее количество осадков выпало в мае, аномалия осадков составила +14,5 мм.

Лето 2022 года следует считать засушливым периодом года, аномалия осадков составила 38 мм ниже нормы, в августе аномалия составила – 128,1 мм ниже нормы.

Осенью аномалия осадков составила + 143,6 мм. При этом с отрицательной аномалией оказался ноябрь – 5,2 мм.

В таблице 4 приведены данные об аномалиях осредненных месячных сумм атмосферных осадков для Абхазии в 2022 году.

Таблица 4

Атмосферные осадки г. Сухум, мм				
Месяц	Суммарное количество осадков	Климат. норма (1991–2020 гг.)	Отклонение от нормы	Максимальное суточное количество осадков
Январь	344	166,4	+177,6	63,9
Февраль	213,2	160,6	+52,6	48,9
Март	350,9	170,5	+180,4	39,1
Апрель	259,3	134,4	+124,9	72,2
Май	142,5	128	+14,5	41,7
Июнь	179,8	148,5	+31,3	48,2
Июль	208,3	149,5	+58,8	98,2
Август	32,3	160,4	-128,1	16,6
Сентябрь	183,8	178,4	+5,4	43,5
Октябрь	344,5	201,1	+143,4	88,9
Ноябрь	178,8	184	-5,2	116,2
Декабрь	141	178,2	-37,2	29,2

Атмосферные осадки, мм в 2022 году ГМС «Новый Афон»		
Месяц	Суммарное количество осадков	Максимальное суточное количество осадков
Январь	175,5	30,7
Февраль	81,1	15,5
Март	105,5	17,9
Апрель	30,2	17,6
Май	25,6	20,6
Июнь	97,3	47,8
Июль	103,5	21,5
Август	85,1	13,6
Сентябрь	29,4	19
Октябрь	74,6	50,3
Ноябрь	208,4	17,8
Декабрь	157,7	7,3

3. Относительная влажность

Аномалии относительной влажности в 2022 году по данным ГМС «Сухумский Маяк»			
Месяц	Минимум	Максимум	Средняя
Январь	55	94	78,1
Февраль	41	94	76,2
Март	38	94	79,2
Апрель	34	96	77,2
Май	49	95	82
Июнь	64	95	83,4
Июль	64	95	82,2
Август	50	93	75,9
Сентябрь	37	95	73,1
Октябрь	52	95	80,4
Ноябрь	43	95	75,7
Декабрь	53	95	77,1

Аномалии относительной влажности в 2022 году по данным ГМС «Новый Афон»			
Месяц	Минимум	Максимум	Средняя
Январь	33	94	71,5
Февраль	29	95	70,0
Март	40	96	82,3
Апрель	30	94	81,6
Май	52	98	83,5
Июнь	68	97	86,9
Июль	56	97	84,6
Август	40	98	75,9
Сентябрь	35	95	71,7
Октябрь	38	96	80,9
Ноябрь	25	95	75,4
Декабрь	24	95	76,1

Аномалии относительной влажности в 2022 году по данным ГМС «оз. Рица»			
Месяц	Минимум	Максимум	Средняя
Январь	71	98	93,7
Февраль	57	98	91,9
Март	37	98	86,6
Апрель	25	98	80,2
Май	27	97	79,3
Июнь	42	98	81,4
Июль	40	98	84,1
Август	42	96	74,7
Сентябрь	34	98	81,7
Октябрь	55	98	90,4
Ноябрь	58	98	90,5
Декабрь	73	98	92,4

4. Атмосферное давление

Аномалии атмосферного давления в 2022 году по данным ГМС «Сухумский Маяк»			
Месяц	Минимум	Максимум	Средняя
Январь	751,8	763,5	770,9
Февраль	755,2	764,7	773
Март	747,4	765,5	775,1
Апрель	750,5	761,4	770,1
Май	753,5	763,4	770,2
Июнь	751	759,1	764,1
Июль	751,1	760	763,6
Август	753,1	756,9	761,7
Сентябрь	751,9	759,9	768,1
Октябрь	754,6	765,2	771,9
Ноябрь	754,2	764,2	773,8
Декабрь	758,4	766,8	774,4

Аномалии атмосферного давления в 2022 году по данным ГМС «Новый Афон»			
Месяц	Минимум	Максимум	Средняя
Январь	766	784,3	777,5
Февраль	768,7	787	778,6
Март	763,3	787,5	777
Апрель	764,4	768,1	761,2
Май	763,6	781,2	771,3
Июнь	764,6	773,8	770,7
Июль	763,2	776,3	773,1
Август	766,2	775,2	770,2
Сентябрь	765,4	782,4	773,5
Октябрь	736,2	782	762,4
Ноябрь	731,6	748,8	740,8
Декабрь	734,4	7743,5	799,4

Аномалии атмосферного давления в 2022 году по данным ГМС «оз. Рица»			
Месяц	Минимум	Максимум	Средняя
Январь	673	688,8	684,3
Февраль	678,6	692,3	686,2
Март	673,3	693,6	685,5
Апрель	677	689,6	684,6
Май	678,2	691,7	686,2
Июнь	677,3	688,4	684
Июль	677,1	687,7	685
Август	680,5	688,4	683,8
Сентябрь	679,2	691,3	685,7
Октябрь	680,9	693,8	689,1
Ноябрь	680,8	692,5	686,9
Декабрь	681,8	695	689,2

5. Ветер

V, м/с

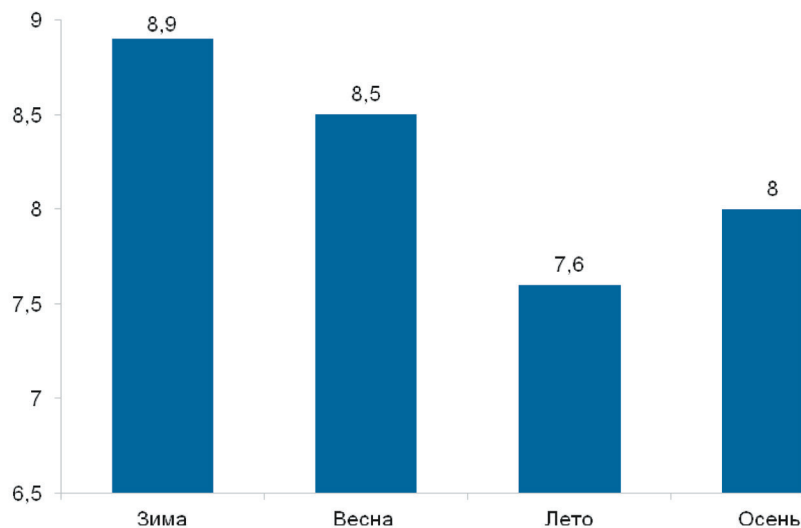


Рисунок 5. Сезонное распределение ветра по данным ГМС «Сухумский Маяк» в 2022 г.

V, м/с

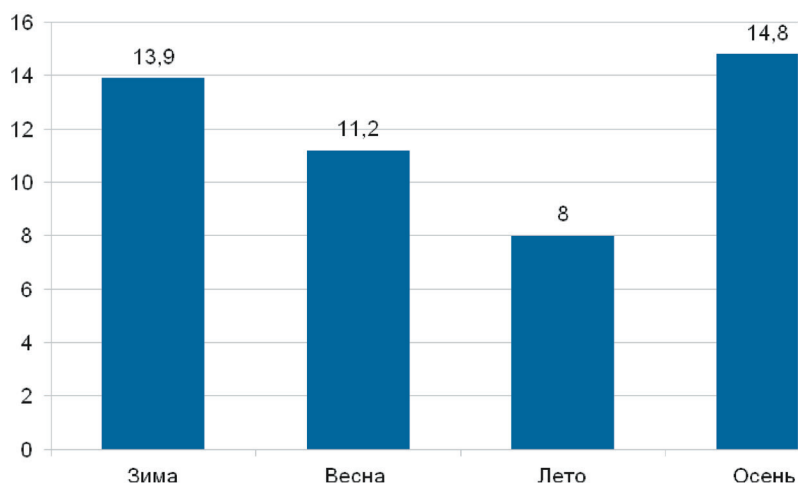


Рисунок 6. Сезонное распределение ветра по данным ГМС «Новый Афон» в 2022 г.

V, м/с

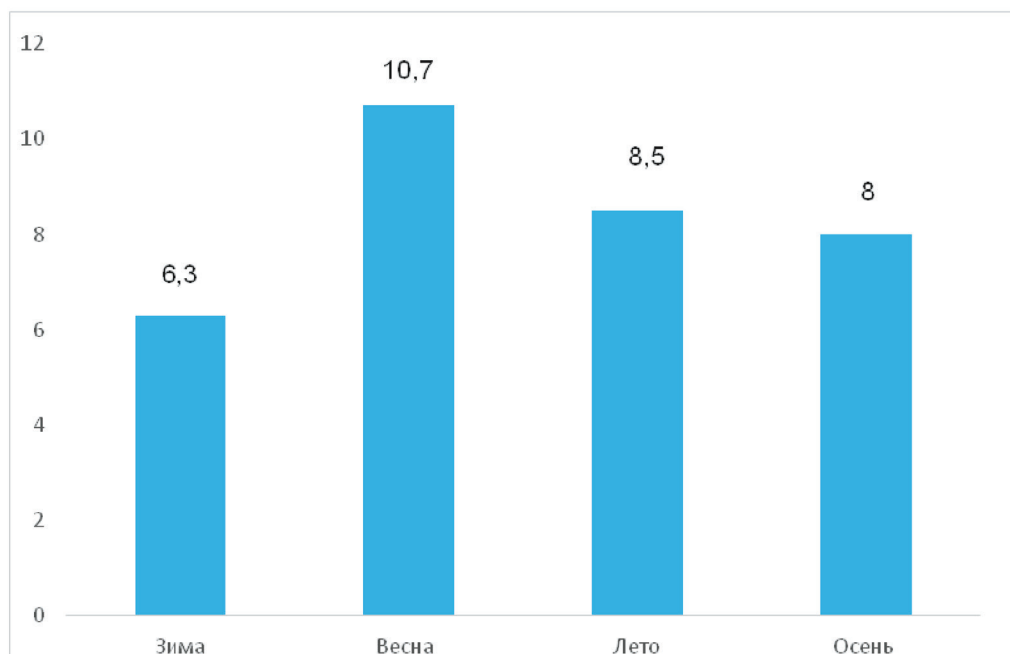


Рисунок 7. Сезонное распределение ветра по данным МС «оз. Рица» в 2022 г.

Опасные гидрометеорологические явления погоды в 2022 году

Усиление ветра до 31 м/с, сильные осадки, ледяной дождь, туман создавали трудности в работе транспорта и подразделений коммунального хозяйства. На *рисунке 8* приведены диаграммы опасных явлений погоды (ОПЯ) в 2022 году.

7 сентября 2022 года в Сухумской акватории был виден смерч. При этом на ГМС «Сухумский Маяк» максимальная скорость ветра составила 14,8 м/с.

Количество снежных дней в 2022 году, по данным ГМС «Сухумский Маяк», в январе – 7, феврале – 2 и в марте – 5. Количество дней в январе, когда присутствовал гололед, – 2.

На *рисунке 9* представлена диаграмма с количеством дней с грозами (по данным ГМС «Сухумский Маяк»).

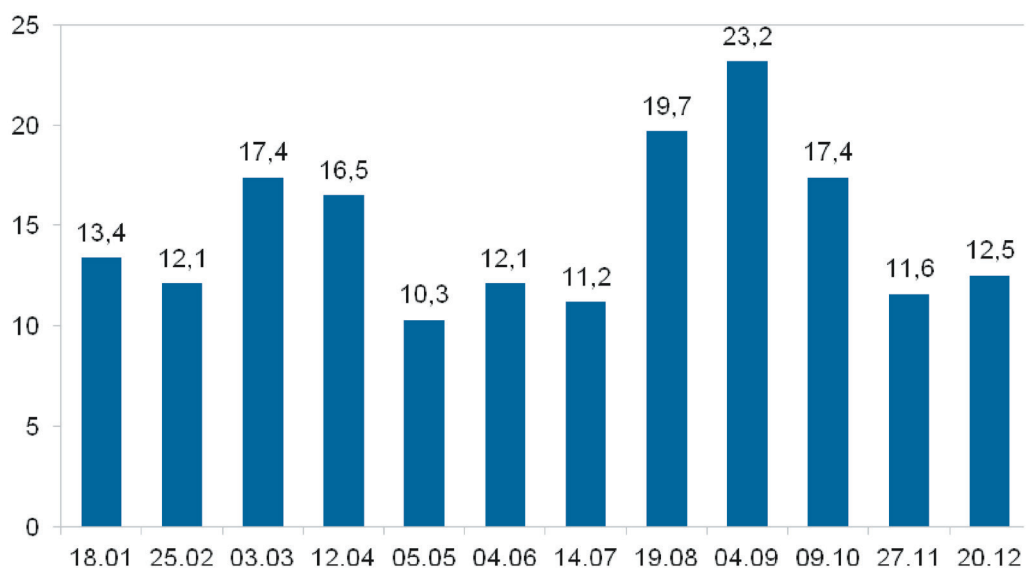


Рисунок 8. Распределение абсолютно максимальных порывов ветра в 2022 г. (по данным ГМС «Сухумский Маяк»)

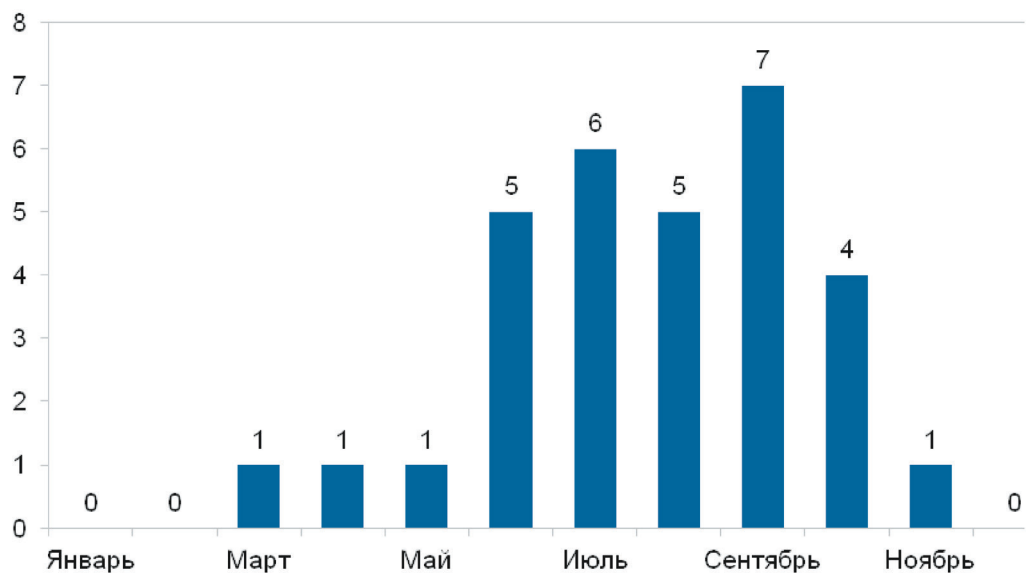


Рисунок 9. Количество дней с грозами в 2022 г. по данным ГМС «Сухумский Маяк»

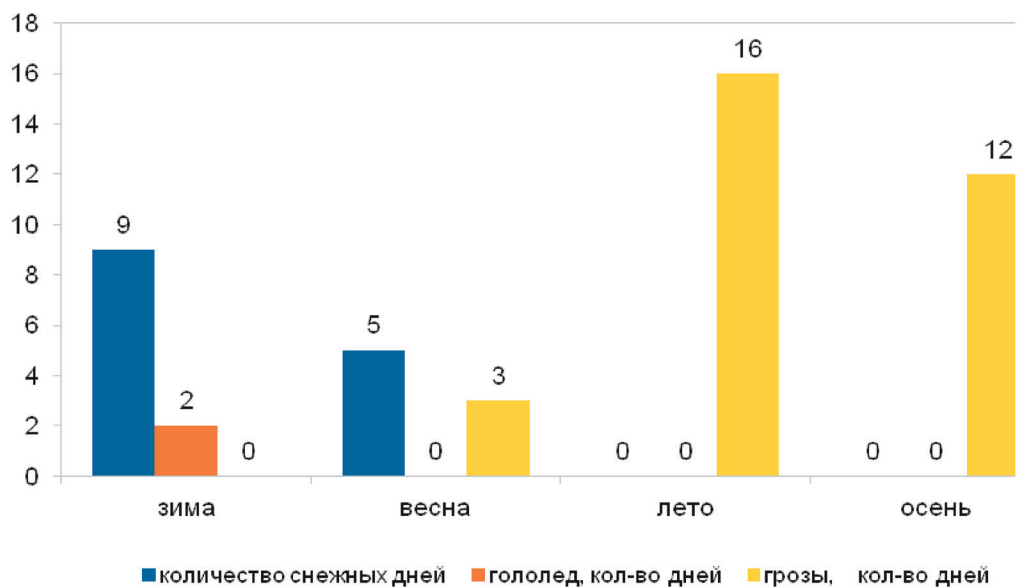


Рисунок 10. Количество дней с грозами в 2022 г. по данным ГМС «Сухумский Маяк»

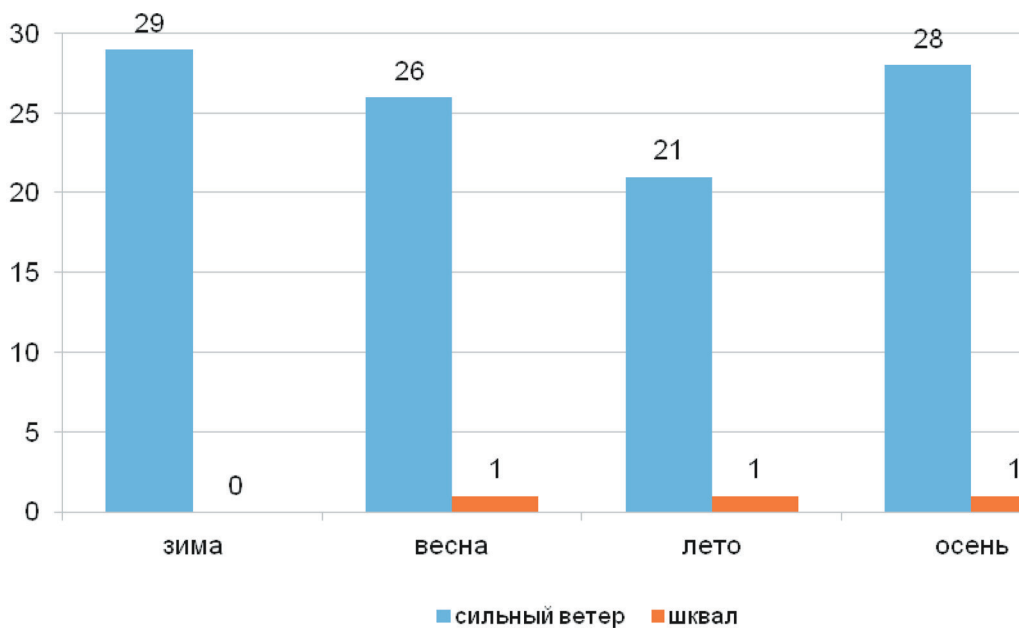


Рисунок 11. Сезонное распределение сильных ветров и шквалов в 2022 г. по данным ГМС «Сухумский Маяк»

Выводы

В 2022 году средняя годовая температура воздуха по г. Сухуму составляла 16,3 °С, что на 0,8 °С выше многолетней нормы, характерной для периода 1991–2020 гг. В зимнее время в приморской зоне Абхазии преобладала теплая погода, средняя месячная температура воздуха в феврале и декабре была на 1,4–1,5 °С выше климатической нормы. Однако в марте 2022 года наступило резкое похолодание (среднемесячная температура марта была на 3 °С ниже климатической нормы 1991–2020 гг.).

На территории Абхазии в 2022 году наблюдалось чередование теплого и холодного воздуха, развитие фронтальных процессов усиливало циклоническую неустойчивость погоды с преобладанием пасмурных дней, продолжительных обильных осадков и резких колебаний температуры воздуха.

Температурный режим 2022 года не был экстремально теплым, однако среднемесячные летние температуры демонстрировали значительные отклонения от нормы: в июле –1,3 °С, в августе +2,1 °С. Зимние температуры, в отличие от весенних и осенних температур, превышали климатическую норму на 0,5–1,4 °С. Среднемесячные значения температур в весенний и осенний периоды находились ниже климатической нормы, что свидетельствует об отсутствии комфортных погодных условий в эти периоды.

В 2022 году за исключением мая и ноября наблюдалось увеличение месячных сумм осадков. Зимняя аномалия осадков составила + 68 мм от нормы, особенно обильными осадки были в январе (177,6 мм), и отклонение от климатической нормы составило 78 %. Весенняя аномалия была незначительна (20,4 мм от нормы). Наименьшее количество осадков выпало в декабре, аномалия осадков составила – 37,2 мм от нормы. Рекордное выпадение осадков наблюдалось в марте (350,9 мм), на 180,4 мм выше нормы, и это вызвало наводнение.

Гидрометеорологические условия для деятельности основных отраслей экономики в 2022 году были малоблагоприятными. Наблюдались порывы ветра до 25–30 м/с, ливневые осадки, ледяной дождь и туманы.

Литература

Хинтуба, Эмба, Ахсалба 2022: Хинтуба Л. В., Эмба Я. А., Ахсалба А. К. Признаки похолодания приземного слоя воздуха в Абхазии в последнее десятилетие // Тезисы докладов Международной научно-практической конференции. Севастополь, 8–11 ноября 2022 г. Севастополь, 2022. С. 105.

Эмба, Ахсалба, Марандиди, Корсантия 2021: Эмба Я. А., Ахсалба А. К., Марандиди С. И., Корсантия А. З. Трансформация атмосферных осадков на территории Абхазии в связи с региональным потеплением климата // Мат. Всероссийской от-

крытой конференция по физике облаков и активным воздействиям на гидрометеорологические процессы. Нальчик, 2021. С. 460–464.

Экба, Ахсалба, Хинтуба, Марандиди 2021: Экба Я. А., Ахсалба А. К., Хинтуба Л. В. Марандиди С. И. Бюллетень оперативного мониторинга погоды на территории Абхазии за 2020 год // Вестник АНА. № 11. Серия «Естественные науки». Сухум, 2021. С. 137–147.

Экба, Ахсалба, Хинтуба 2022: Экба Я. А., Ахсалба А. К., Хинтуба Л. В. Влажность приземного слоя воздуха как главный фактор формирования основных климатообразующих элементов. Проблемы физики атмосферы, климатологии и мониторинга окружающей среды // Доклады IV Международной научной конференции. Ставрополь, 2022. С. 24–31.

Ekba, Akhsalba, Khintuba 2022: Ekba Ya. A., Akhsalba A. K., and Khintuba L. V. Humidity of the Surface Air Layer as the Main Factor of the Formation of the Basic Climate Forming Elements. Modern Problems of Atmospheric Physics, Climatology and Environmental Monitoring/ Springer Proceedings in Earth and Environmental Sciences, <https://doi.org/10.1007/978-3-031-19012-4>. 2022. P. 131–140.

**А. К. Ахсалба, И. А. Экба,
С. И. Марандиди, Л. В. Хинтуба**

АҔСНЫ ИАХЪАЦАНАКУА 2022 ШЫҚӘСАЗТӘИ АҔАУАҔҔЫЦСАХРАҚӘА АГӘАҔАРА АБИУЛЛЕТЕН

Аннотация. *АҔсны аҔауагәаҔарақәа ирыҔыҔо, ишәыдаҔғалоит ААР Аекология институт агидрометеорологиатә, аекологиатә хылаҔира ақәша 2022 шықәсазы имәаҔнагаз аҔҔаамҔақәа рылҔишәақәа. Иаагоуп уаанза иқамлаҔыз еиуеиҔишым аҔауатә ҔыҔсахрақәа, ашықәс иалагзаны агроауатә Ҕагылазаашыақәеи агидрометеорологиатә цәырҔирақәеи АҔсны иахъаҔанакуа ҔыҔсахшыас ирымоу.*

Ихадароу ажәакәа: *аҔауатә ҔыҔсахрақәа, ишәартҔоу аҔсабаратә цәырҔирақәа, аҔауаҔхарра, аҔауатә лыиәишәақәа, аҔауатә норма, аҔауатә аномалиа, алыиәишәақәа мызктәи, шықәсыктәи реиҔҔалыҔ.*

UDC 551.5

A. K. Akhsalba, Ya. A. Ekba, S. I. Marandidi, L. V. Khintuba

BULLETIN OF OPERATIONAL WEATHER MONITORING ON THE TERRITORY OF ABKHAZIA FOR 2022

Annotation. *We continue monitoring the climate of the Republic of Abkhazia: we present the results of the 2022 studies, regularly carried out by the Department of hy-*

drometeorological and environmental monitoring of the Institute of Ecology of the Academy of Sciences. Data on anomalies of various climatic variables, agro-climatic conditions and dangerous hydrometeorological phenomena of the year, as well as on the trends of modern climate changes in the territory of Abkhazia are presented.

Keywords: *climate change, dangerous weather phenomena, air temperature, precipitation, climate norm, climate anomaly, monthly and annual precipitation.*

Э. В. Пачулия, Я. А. Экба

РОЛЬ ДАВЛЕНИЯ В ФОРМИРОВАНИИ СИЛЬНЫХ ВЕТРОВ И ШКВАЛОВ

Аннотация. *Представлены результаты количественной оценки влияния на величину скорости сильных шквалов максимальной конвективной скорости, лапласиана приземного давления и ветра средней и нижней тропосферы. Исследование показало, что наиболее информативными предикторами для прогноза шквалов являются максимальная конвективная скорость и лапласиан приземного давления. Лапласиан приземного давления позволяет выделять зону полного отсутствия шквалов. Найдены критерии рассматриваемых параметров атмосферы, благоприятные для возникновения сильных шквалов, дано их обоснование. Подтверждена заметная роль скорости горизонтального переноса в средней тропосфере в возникновении сильных шквалов. Показано ее влияние на увеличение (примерно на 4–4,5 м/с) максимальной скорости ветра при шквале, хотя ее вклад примерно в 4 раза меньше вклада от вертикальных конвективных скоростей и в 2–2,5 раза меньше вклада от лапласиана приземного давления.*

Ключевые слова: *шквал, влияние параметров атмосферы на скорость ветра, максимальная конвективная скорость, лапласиан приземного давления.*

Введение

Шквалы, достигая градации опасных явлений (ОЯ) погоды (скорость ветра 25 м/с и более), нередко наносят огромный ущерб, а порой приводят даже к гибели людей. К аналогичным последствиям могут привести шквалы, наблюдающиеся в совокупности с другими опасными конвективными явлениями (град, ливень) и достигающие при этом по интенсивности лишь 80 % от скорости ветра градации ОЯ (20 м/с и более).

До настоящего времени нет надежных методов прогноза, позволяющих с высоким качеством прогнозировать такие явления. Не решена данная проблема и за рубежом, несмотря на значительные успехи в развитии мезомасштабных моделей, разрешение которых по горизонтали достигает 3–0,5 км. Поэтому исследования (в том числе и представленные в настоящей статье), посвященные изучению особенностей возникновения сильных шквалов, их диагнозу и прогнозу, актуальны до настоящего времени. Кроме

того, они значимы практически, поскольку позволяют совершенствовать подходы к диагнозу и прогнозу шквалов, что в свою очередь дает возможность заранее, с достаточным запасом по времени принять превентивные меры защиты.

Количественная оценка влияния таких параметров атмосферы, как максимальная конвективная скорость, приземное давление и ветер средней и нижней тропосферы, на величину скорости сильных шквалов также является актуальной.

Количественная оценка влияния максимальной конвективной скорости, приземного давления и характеристик ветра на скорость ветра при сильных шквалах

В мощных кучево-дождевых облаках (Cb), с которыми связано образование таких опасных явлений, как шквалы, существуют интенсивные вертикальные конвективные потоки, которые переносят большое количество влаги в верхние слои, где она накапливается. Зона аккумуляции обычно располагается чуть выше середины облака, на высоте 5–7 км (*Васильев, Алексеева, Песков 2009*).

Скопившаяся в зоне аккумуляции огромная масса влаги (тысячи тонн) в виде снега, переохлажденных капель и града поддерживается восходящими потоками до тех пор, пока скорость падения капель меньше или равна скорости восходящих потоков. Когда облако достигает своего максимального развития, скорость вертикальных потоков уменьшается и уже не может удерживать влагу на высотах – формируется мощный нисходящий поток. Поскольку в нисходящем потоке воздух насыщен, его температура при опускании повышается по влажноадиабатическому закону, т. е. медленнее, чем в окружающем воздухе, в котором температурный градиент обычно больше влажноадиабатического. Следовательно, опускаясь, он будет все более охлажденным относительно окружающего воздуха, и скорость устремления вниз будет возрастать (*Алексеева 2001*).

Чем больше путь нисходящего потока в зоне осадков в конвективном облаке и под ним и чем неустойчивее стратификация окружающего воздуха, тем больше скорость опускания потока у Земли. Достигнув поверхности земли, холодный воздух растекается в горизонтальном направлении, вызывая внезапное и резкое усиление ветра и изменение его направления, т. е. шквал.

Более сильные шквалы, образующиеся на холодных фронтах, возникают в результате опускания воздуха, складывающегося помимо опускания

конвективного масштаба, с более интенсивным мезомасштабным опусканием вала холодного воздуха, обгоняющего линию фронта у Земли. Этот «обвал» вторгающегося холодного воздуха и формирует специфические формы облачности – «шкваловый ворот». Возникающие на фронтах линии шквалов значительно длиннее, чем при шквалах внутримассовых процессов, так как масштаб перетекающих через фронт холодных потоков существенно больше масштаба конвективной ячейки (Алексеева 2014).

Известно, что энергия шквала создается за счет кинетической энергии не только нисходящего потока конвективного масштаба, но и энергии горизонтального переноса слоя тропосферы, расположенного ниже уровня зарождения нисходящего потока. Частицы воздуха в нисходящем потоке под действием ветра приобретают и горизонтальную скорость движения. Поэтому чем сильнее ветер в средних и нижних слоях тропосферы, тем скорость шквала будет больше «прирастать» к скорости растекания у поверхности Земли, т. е. скорость ветра при шквале увеличивается. При малой мощности кучево-дождевых облаков (Cb) вклад энергии неустойчивости за счет конвекции в формирование шквала незначителен, и сильный шквал возможен только в результате переноса нисходящим потоком достаточно большого количества горизонтального движения нижней половины тропосферы (Лапчева 1989).

В рамках исследования проведена, как уже указывалось выше, количественная оценка влияния на величину скорости сильных шквалов таких параметров атмосферы, как максимальная конвективная скорость W_m , м/с, лапласиан приземного давления Δp , гПа/600км² и ветер средней и нижней тропосферы.

Согласно исследованиям Б. Е. Пескова (Песков 1968), критерии аналогичных ветровых параметров, благоприятных для возникновения шквалов, получены с учетом деления летнего периода на подпериоды: **весна** – до 20 мая; **основной период** – с 20 мая по 10 августа, **конец лета, осень** – с 10 августа; **поздняя осень** – после 10 сентября.

На основе результатов анализа материалов статистической обработки получены выводы. Самым информативным предиктором для прогноза шквалов из рассмотренных характеристик ветра является модуль средней векторной скорости ветра в слое 700–500 гПа. Учет этого параметра позволяет оценить степень перемешивания воздуха в облаке. Сильное перемешивание выравнивает не только скорость ветра, но и его направление. При слабых ветрах в случае отсутствия шквалов направление ветра сильно меняется по слоям, и модуль среднего вектора ветра меньше, чем в случаях со шквалами.

Анализ гистограмм распределения показал следующее:

- Максимальная конвективная скорость W_m является наиболее информативным предиктором при прогнозе шквалов по сравнению с другими рассмотренными параметрами атмосферы (лапласианом приземного давления и ветровыми характеристиками средней и нижней тропосферы), поскольку для W_m имеет место наибольшее расхождение кривых распределения для случаев *с явлением* и *без явления*.

- Лапласиан приземного давления, отражающий циклоничность у Земли и, как следствие, конвергенцию горизонтальных приземных потоков воздуха, необходимых для обеспечения подъема массы достаточно влажного и теплого воздуха восходящими потоками (что следует из уравнения неразрывности), является вторым (после максимальной конвективной скорости) по важности предиктором при прогнозе шквалов. Этот параметр важен еще и потому, что позволяет выделять зону полного отсутствия шквалов. Наглядно отмечается сдвиг кривой распределения для случаев со шквалами от кривой их отсутствия (*Лосев 2010*).

Большее количество случаев без шквалов находится в диапазоне значений лапласиана приземного давления 6–4 гПа/600 км², для случаев со шквалами – в диапазоне 0–4 гПа/600 км². Это вполне объяснимо, поскольку при лапласиане $\gg 5$ гПа/600 км² чаще всего образуется слоистая облачность, что приводит к уменьшению максимальной температуры и, как следствие этого, уменьшению энергии неустойчивости и снижению конвективных скоростей. При лапласиане $\ll -10$ гПа/600 км² шквалы не развиваются, и с большой вероятностью можно прогнозировать их отсутствие. Этот вывод подтвержден в исследованиях (*Васильев 2009*), где лапласиан приземного давления рассчитывался на выборке более 120 тыс. случаев. Причем показано, что диапазон значений лапласиана приземного давления закономерно сужается по мере усиления шквалов от 15–19 до 20–24 м/с и более 25 м/с. Вычислено что лапласиан давления для Абхазии в марте равен –24 гПа.

Появление шквалов при небольших отрицательных значениях лапласиана приземного давления объясняется тем, что при небольшой антициклоничности поля давления иногда образуются небольшие ложбины, которые можно заметить на приземных картах погоды при проведении изобар через 1 гПа. Наиболее благоприятная синоптическая ситуация создается при значениях лапласиана приземного давления в диапазоне 1–3 гПа/600 км², поскольку образующиеся линии шквалов или неустойчивости создают конвергенцию потоков при безоблачной в первой половине дня погоде. Случаи без шквалов при небольшом положительном лапласиане от 2 до 4 гПа/600 км² обязаны так называемым «сухим фронтам» с сухим

и слабонеустойчивым воздухом. Эти случаи хорошо отражаются таким предиктором, как максимальная конвективная скорость (W_m). Поэтому использование сочетания этих предикторов (максимальная конвективная скорость и лапласиан приземного давления) для прогноза шквалов в большей степени уменьшает недостатки использования их по отдельности.

- При сравнении рассмотренных в исследовании ветровых характеристик становится очевидным, что скалярная и векторная скорости в слое 700–500 гПа, рассчитанные на основе региональной гидродинамической модели, более информативны при прогнозе шквалов, чем скорость ветра на поверхности 850 гПа (больше расхождение кривых распределения).

- В отличие от других исследуемых предикторов, таких как максимальная конвективная скорость и лапласиан приземного давления, по ветровым предикторам невозможно выделить зоны со стопроцентной вероятностью наличия или отсутствия шквалов, т. е. эти предикторы выступают не как основные, а, скорее, как дополнительные, уточняющие или выделяющие шквалы с большими скоростями ветра из общего числа шквалов.

- Четко выделяется максимум повторяемости шквалов в случае рассмотрения средней скалярной и векторной скоростей ветра в слое 700–500 гПа при значениях, равных 10–12 м/с, в то время как на графике, где предиктором является скорость ветра на поверхности 850 гПа, такого максимума не отмечается.

Роль ветра заключается в переносе в кучево-дождевых облаках сверху вниз большого количества горизонтального движения и тем самым в увеличении «силы» шквала, а также в увеличении приземной конвергенции ветров у Земли, росте W_m и резонансного раскручивания циркуляции. Последнее утверждение имеет место даже при первоначально слабых ветрах ($> 2\text{--}4$ м/с в прогнозе, > 7 м/с в диагнозе (Лосев 2010)), усиливающихся затем на появляющихся перед Св псевдопотенциальных фронтах порывистости, или шкваловых воротах.

Рассмотрим, как ведет себя давление при наличии шквала и при его отсутствии, используя данные автоматизированной станции «Сухумский Маяк» (Пачулия, Эмба 2023).

Максимальная конвективная скорость W_m является наиболее информативным предиктором при прогнозе шквалов по сравнению с другими рассмотренными параметрами атмосферы, поскольку для W_m имеет место наибольшее расхождение кривых распределения для случаев **с явлением** и **без явления**.

Лапласиан приземного давления, отражающий циклоничность у Земли и, как следствие, конвергенцию горизонтальных приземных потоков воздуха, необходимых для обеспечения подъема массы достаточно влажного

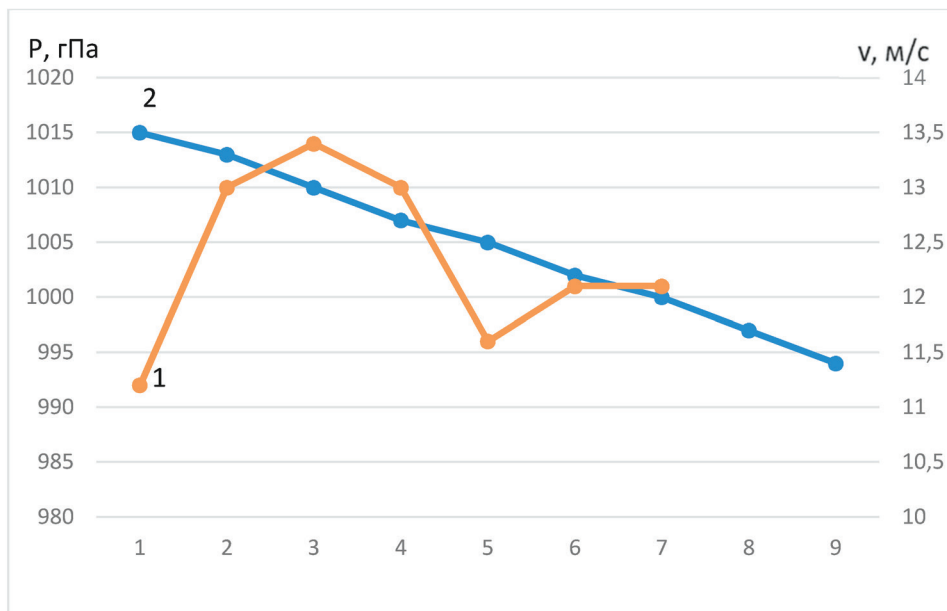


Рисунок 1. Распределение скорости ветра – 1
и давления – 2 при шквале

и теплого воздуха восходящими потоками (что следует из уравнения неразрывности), является вторым (после максимальной конвективной скорости) по важности предиктором при прогнозе шквалов. Этот параметр важен еще и потому, что позволяет выделять зону полного отсутствия шквалов. Наглядно отмечается сдвиг кривой распределения для случаев со шквалами от кривой их отсутствия (Пачулия, Экба 2023)

Заключение

Результаты, полученные в рамках данного исследования, подтверждают заметную роль скорости горизонтального переноса средней тропосферы в возникновении сильных шквалов. Показано ее влияние на увеличение (примерно на 4–4,5 м/с) максимальной скорости ветра при шквале, хотя ее вклад примерно в четыре раза меньше вклада от вертикальных конвективных скоростей и в 2–2,5 раза меньше вклада от лапласиана приземного давления. Такая добавка к скорости ветра при шквале может привести к образованию шквала в градации опасного явления, а неучет ее может дать ошибочный прогноз.

Кроме того, в случаях слабой антициклоничности, когда энергии конвективной неустойчивости недостаточно для образования сильного шквала,

скорость горизонтального переноса в средней тропосфере может являться одним из основных факторов его возникновения.

Использование данных региональной гидродинамической модели показало, что точность прогноза сильных шквалов не зависит от того, какой параметр ветра в слое 700–500 гПа учитывается (векторный или скалярный). Это может быть следствием «сглаживания» (как по вертикали, так и по горизонтали) региональной гидродинамической моделью скорости и направления ветра. Еще одной причиной этого может являться и то, что параметры ветра, рассчитываемые по региональной гидродинамической модели, могут относиться к сроку, предшествующему шквалу, т. е. когда наблюдается небольшая разница в изменении направлений ветра с высотой.

Литература

Алексеева 2001: Алексеева А. А. Летние конвективные явления // Гидрометеорологические опасности. М., 2001. С. 127–164.

Алексеева 2014: Алексеева А.А. Метод прогноза сильных шквалов // Метеорология и гидрология. М., 2014. № 9. С. 5–15.

Алексеева 2017: Алексеева А.А. Прогноз ураганных ветров внетропических циклонов на территории России // Метеорология и гидрология. М., 2017. № 1. С. 5–15.

Васильев 2009: Васильев Е. В. Условия возникновения и краткосрочный прогноз сильных шквалов на европейской территории России: автореф. дис. канд. геогр. наук. М., 2009. 25 с.

Васильев, Алексеева, Песков 2009: Васильев Е. В., Алексеева А. А., Песков Б. Е. Условия возникновения и краткосрочный прогноз сильных шквалов // Метеорология и гидрология. М., 2009. № 1. С. 5–15.

Лапчева 1989: Лапчева В.Ф. Условия развития зон активной конвекции со смерчами и сильными шквалами // Труды Гидрометцентра СССР. М., 1989. Вып. 299. С. 39–50.

Лапчева 1996: Лапчева В. Ф. Характерные особенности атмосферных процессов различного масштаба при развитии зон активной конвекции со шквалами // Труды Гидрометцентра России. М., 1996. Вып. 328. С. 124–132.

Лосев 2010: Лосев В. М. Региональная гидродинамическая модель прогноза Гидрометцентра России // 80 лет Гидрометцентру России. М., 2010. С. 36–58.

Пачулия, Эмба 2023: Пачулия Э. В., Эмба Я. А. Физико-статистические методы оценки вероятности возникновения сильных ветров и шквалов в Абхазии. Материалы VII международной научно-практической конференции «Фундаментальные и прикладные аспекты геологии, геофизики и геоэкологии с использованием современных информационных технологий». Майкоп, 15–19 мая 2023 г. С. 100–110.

Поморцева 2014: Поморцева А.А. Синоптическая метеорология. Пермь, 2014. 26 с.

Песков, Снитковский 1968: Песков Б. Е., Снитковский А. И. К вопросу сильных шквалов // Метеорология и гидрология. М., 1968. № 7. С. 52–57.

Е. В. Цачлиа, И. А. Екба

АҚӘЫҒӘҒӘАРА АЦАКЫ АЦША ГӘГӘАҚӘЕИ АФЫРТЫНҚӘЕИ РЫШЬАҚӘҒЫЛАРАҒЫ

Аннотация. *АстатиаҒы иаагоуп афыртын ғәғәақәа рыласра лапласиан адғыл хыхътәи ақәығәғәареи атропосфера йақатәи, агәтантәи аңшақәа рыласреи рарбагақәа. Аңйаамта иунарбоит афыртынқәа азйхагаазто акәны ишыкоу иреихазоу аконвективтә ласреи лапласиан адғыл хыхътәи ақәығәғәареи. Лапласиан адғыл хыхътәи ақәығәғәара иалнакаар алиоит атмосфераҒы аңша ғәғәақәа рыкамзаара. Иңшаауп иғәғәоу аңшатлакәқәа рыкаларазы иманшәлоу ашәагақәа иззаатғыло атмосфера ахышәара-йышәараҒы, иаагоуп урт рышьақәыргәғәага. Иарбоуп атропосфера агәтантәи ахәтаҒы иғәғәоу афыртынқәа ишаалоу риасра аласра.*

Ихадароу ажәақәа: *афыртын, атмосфера ахышәара-йышәараҒы аңшаласра анырра, иреихазоу аконвективтә ласра, лапласиан хыхътәи адғыл ақәығәғәара.*

E. V. Pachulia, Y. A. Ekba

THE ROLE OF PRESSURE IN THE FORMATION OF STRONG WINDS AND SQUALLS

Annotation. *The results of a quantitative assessment of the influence of the maximum convective velocity, the Laplacian of surface pressure, and the wind of the middle and lower troposphere on the velocity of strong squalls are presented. The study showed that the most informative predictors for forecasting squalls are the maximum convective velocity and the Laplacian of surface pressure. The surface pressure Laplacian makes it possible to single out a zone of complete absence of squalls. Criteria of the considered parameters of the atmosphere, favorable for the occurrence of strong squalls, are found, and their justification is given. The significant role of the horizontal transport velocity in the middle troposphere in the occurrence of strong squalls has been confirmed. Its influence on the increase (by approximately 4–4.5 m/s) of the maximum wind speed during a squall is shown, although its contribution is approximately 4 times less than the contribution from vertical convective velocities and 2–2.5 times less than the contribution from the Laplacian of surface pressure.*

Keywords: *squall, influence of atmospheric parameters on wind speed, maximum convective speed, Laplacian of surface pressure.*

А. А. Углава, Р. Ю. Жибя

СРАВНИТЕЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ГИДРОХИМИЧЕСКИХ И ГИДРОФИЗИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ РЕК ИНГУР И КОДОР

Аннотация. В работе представлена информация о гидрохимических исследованиях, выполненных в мае-июне 2023 г. в верхнем и нижнем течении рек Ингур и Кодор. Проведен сравнительный анализ полученных данных. Выявлены различия и сходства в составе воды, экологическом состоянии и общем функционировании двух рек.

Ключевые слова: гидрология, гидрохимия, водные ресурсы, р. Ингур, р. Кодор.

Введение

Реки Кодор и Ингур – крупнейшие из впадающих в Черное море рек в Абхазии и в целом на Кавказе. Сравнение изменений водных ресурсов рек Ингур и Кодор по их гидрохимическим или гидрологическим характеристикам актуально в эпоху современных климатических изменений. Изучение этих рек способствует пониманию и оценке динамики изменений водных ресурсов в Восточной Абхазии.

Целесообразно сравнивать уровень качества вод, гидрохимические и гидрологические режимы исследуемых рек в разные сезоны года, а также анализировать факторы, влияющие на эти изменения. Целью работы является сравнение и сопоставление гидрохимических и экологических характеристик исследуемых объектов, что позволит оценить состояние водных экосистем в последующие годы.

Это может быть особенно полезно для прогнозирования и управления ценными водными ресурсами в условиях изменения климата и антропогенного стресса, а также в сопоставлении экологического состояния и биоразнообразия в разных бассейнах.

Материалы и методы исследований

Материалом для исследования послужили результаты гидрохимических измерений вод, собранных в ходе проведения научно-экспедиционных работ в июне 2023 г. на реках Ингур и Кодор. На каждом исследуемом объекте было сформировано по две станции отбора проб в верхних и нижних течениях рек.

Станции пробоотбора на р. Ингур располагались по координатам: станция № 1 – 42°37'39.13» N 41°55'0.82» E; станция № 2 – 42°34'48.16» N 41°51'19.11» E. Координаты станций отбора проб на реке Кодор: станция № 1 – 42°54'18.90» N 41°15'43.98» E; станция № 2 – 42°50'42.71» N 41°9'57.10» E.

Всего на двух объектах отобрано 12 проб. Обработку гидрохимического материала осуществляли по общепринятым методикам фотометрического и титриметрического анализов (*Гусева и др. 1999; ГОСТ 17.1.3.07-82, 2010*). Качество вод определялось на основе химического анализа состава загрязнений на станциях отбора проб, который включал в себя следующие компоненты: содержание биогенных элементов, хлоридов, тяжелых металлов, нитратов, нитритов, соединений фосфора и азота, а также кислотность и общую минерализацию (TDS).

Для гидрохимических измерений использовалось портативное полевое устройство для анализа WTW Multi 3630, включающее встроенные датчики температуры и глубины, а также съемные датчики измерений pH IDS, pH combinedelectrode Senso Lyt 900-P, проводимости IDS Conductivitymeasurementcell Tetra Con 925-P и кислорода IDS Oxygenmeasurementcell FDO 925-P.

Для обеспечения целостности сбора данных были приняты меры по управлению качеством – строгое следование установленным протоколам и методикам при сборе данных.

Охлажденные образцы были переданы в лабораторию Абхазского государственного центра экологического мониторинга с использованием протоколов цепочки поставок.

Для определения биохимической потребности кислорода пробу воды выдерживали пять суток (БПК₅) в лаборатории отдела водных ресурсов и динамики береговых процессов Института экологии АНА.

Результаты и обсуждение

Река Ингур является одной из крупных рек Черноморского побережья Кавказа. Бассейн реки Ингур имеет площадь водосбора 4 060 км², общее падение 2 600 м, среднегодовой расход в устье 212 м³/с. Большая часть течения реки приходится на горную местность с высотой более 1 000 м над уровнем моря.

Длина реки Ингур – 220 км. Ее бассейн до п. Джвари представляет собой горный район, покрытый густыми лесами. Река Ингур и ее притоки протекают в узких и глубоководных ущельях, зачастую в труднодоступных местах.

Ингур – типичная горная река с большими перепадами. Местами ее русло забито большими валунами, образующими пороги и водопады. Ниже п. Джвари характер течения реки резко меняется. При выходе с гор на равнину река разделяется на несколько рукавов и часто меняет русло, создавая болота в низменных прибрежных районах (Чоговадзе, Мгебришвили, Ломов 1987) (рисунок 1).

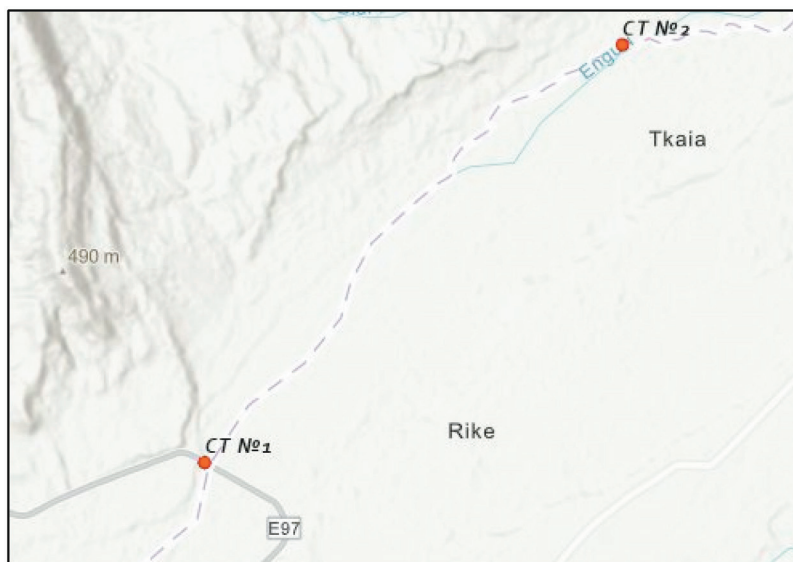


Рисунок 1. Картограмма расположения станций отбора проб на р. Ингур.

На реке Ингур расположена крупнейшая на Кавказе гидроэлектростанция ИнгурГЭС, в связи с чем интерес к исследованию данного водного объекта еще более возрастает.

Кодор берет начало с южных склонов Главного Кавказского хребта, в окрестностях Нахарского перевала, на границе села Цабал Гулрыпшского района Республики Абхазия и Карачаево-Черкесии. Его составляют две горных реки – Гвандра и Сакен. Вторая, восточная и более значительная, является главным истоком Кодора.

Приняв справа реку Клыч, протекающую по узкому и живописному ущелью, Кодор направляется на запад с небольшим уклоном на юг, принимает справа значительный приток Адзгара, образует одну из наиболее продольных долин у южного склона главного Кавказского хребта. На широте Сухума Кодор круто поворачивает на юго-запад и, выйдя из гор, течет по лесистой равнине к Черному морю, в которое и впадает тремя рукавами.

Кодор представляет быструю горную реку длиной 84 км. Верхняя часть его долины, стеснённая горами (на севере южные отроги главного Кавказского хребта, на юге передовой, почти параллельный ему хребет Джедисвик), представляет живописную, покрытую лесами и пастбищами, но малонаселенную местность. Средний расход воды – 144 м³/с. Площадь водосборного бассейна – 2051 км² (Джоашвили 2003) (рисунок 2).

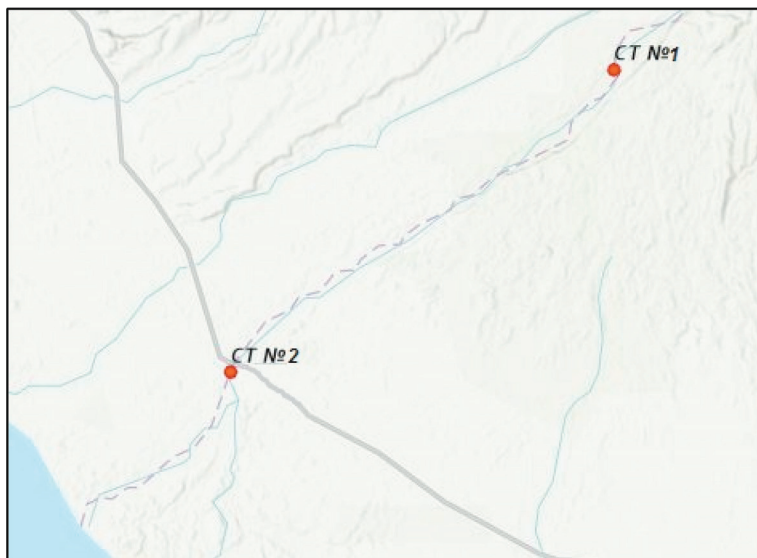


Рисунок 2. Картограмма расположения станций отбора проб на р. Кодор.

Сравнение температуры, рН, содержания кислорода и удельной электропроводности исследуемых рек является ключевым аспектом анализа состояния водных экосистем. Эти параметры являются важными показателями качества воды и могут предоставить ценную информацию о ее загрязнении и экологическом состоянии.

В ходе исследования были проанализированы две схожие по своей природе реки – Ингур и Кодор, в мае-июне 2023 г. проведен сравнительный анализ состояния водных ресурсов исследуемых рек.

Результаты сравнения полученных результатов показали, что реки обладают схожими гидрохимическими характеристиками. Одним из важных показателей гидрохимического состава рек является водородный показатель (рН). Значения рН на реке Кодор составили 7,99 на станции отбора проб № 1 и 8,22 – на станции № 2.

На реке Ингур показатели рН составили 8,222 на станции № 1, 8,423 – на станции № 2, что свидетельствует о слабощелочной реакции среды исследуемых рек (рисунок 3).

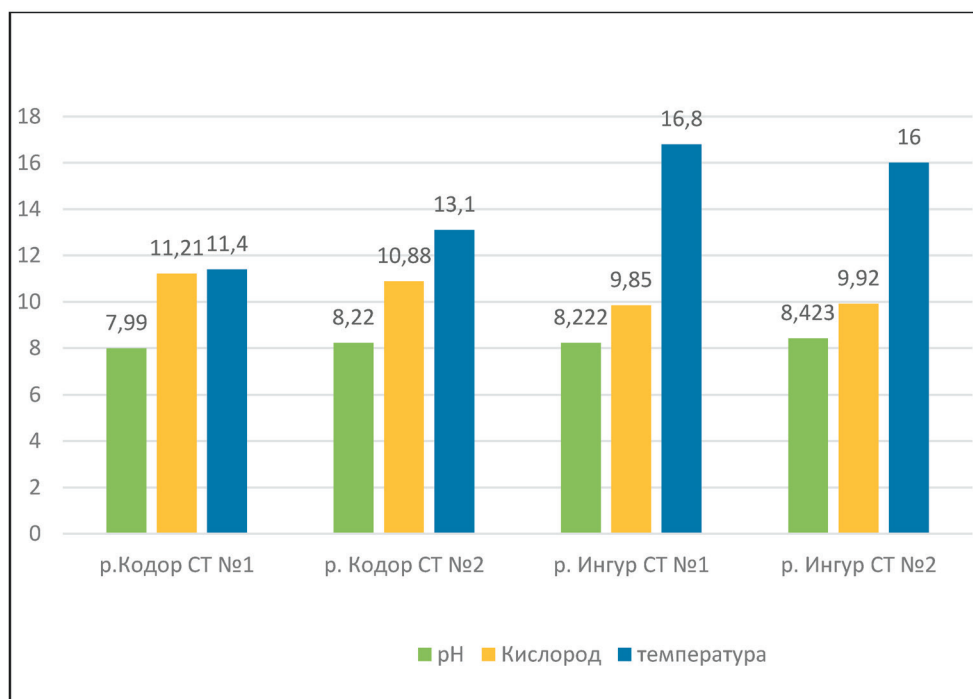


Рисунок 3. Измерения на станциях отбора проб р. Кодор и р. Ингур в мае-июне 2023 г.

Исследования показали, что реки имеют сходные концентрации растворенного кислорода, что является ключевым фактором для поддержания жизни подводных организмов.

Содержание растворенного кислорода в воде характеризует кислородный режим водоема и имеет важнейшее значение для оценки его экологического состояния.

Растворенный в воде кислород находится в виде гидратированных молекул O_2 . Содержание растворенного кислорода зависит от температуры, атмосферного давления, степени турбулизации воды, количества осадков, минерализации воды и др. Растворимость кислорода возрастает с уменьшением температуры и минерализации и ростом атмосферного давления. Этим объясняется более высокие концентрации растворенного кислорода на реке Кодор – 11,21 мг/л на станции №1, 10,88 мг/л – на станции №2.

Значение данного параметра на р. Ингур в среднем составило 9,9 мг/л (*рисунк 3*).

Изменение температуры является одним из важнейших факторов, влияющим на протекание в воде физических, химических, биохимических и биологических процессов и от которого в значительной мере зависят кислородный режим и интенсивность самоочищения. Максимальная температура воды с показателем $t = 16,8$ °С зафиксирована на реке Ингур (станция №2). Этим подтверждается рост удельной электропроводности на реке Ингур, показатели которой составили 120 мкс/см на станции №1 и 141 мкс/см на станции отбора проб №2, что говорит о наличии в реке различных ионов и минеральных солей в более высоких концентрациях, чем на реке Кодор.

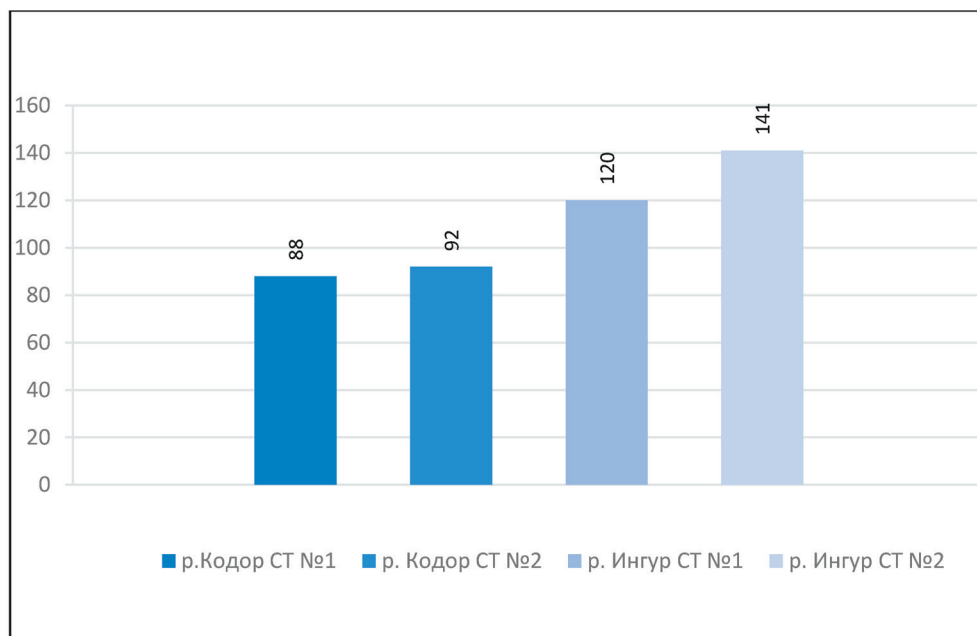


Рисунок 4. Показатели проводимости на станциях отбора проб р. Кодор и р. Ингур в мае-июне 2023 г.

Значения удельной электропроводности на р. Кодор составили 88 мкс/см и 92 мкс/см (*рисунк 4*).

Заключение

Несмотря на разность и уникальность, реки Ингур и Кодор тем не менее обладают схожими гидрохимическими характеристиками. Изучение и по-

нимание этих характеристик играет важную роль для сохранения и управления речными экосистемами.

Растворенный кислород и рН в реках находятся в приемлемых значениях для поддержания здоровой экосистемы. Однако река Ингур имеет более высокий уровень удельной электропроводности, что указывает на более высокую концентрацию ионов и минеральных солей.

Полученные данные представляют ценную информацию для дальнейших исследований в области гидрохимии водных объектов Республики Абхазия.

Литература

- Джоашвили 2003*: Джоашвили Ш. В. Реки Черного моря. Тбилиси, 2003. 186 с.
ГОСТ 17.1.3.07-82 2010: ГОСТ 17.1.3.07-82. Охрана природы, гидросфера. Правила контроля качества воды, водоемов и водотоков М.: ФГУП «Стандартинформ». 2010. 3 с.
Гусева и др. 1999: Гусева Т.В., Заика Е.А., Виниченко В.Н., Молчанова Я.П. Гидрохимические показатели состояния окружающей среды // Справочные материалы. 1999. 75 с.
Чоговадзе, Мгебришвили, Ломов 1987: Чоговадзе Г. И., Мгебришвили И. М., Ломов И. Е. Ингурская гидроэлектростанция. М., 1987. 200 с.

А. А. Углава, Р. И. Жьба

АЗИАСҚӘА ЕГРИ КӘЫДРИ РГИДРОХИМИАТӘИ РГИДРОФИЗИКАТӘИ АХЫШӘАРА-ЦЫШӘАРАТӘ ЧЫДАРАҚӘА РЕИҒЫРЦШРА АЛЦШӘА

Аннотация. *Астатиаҕы иаагоуп азиасқәа Егри Кәыдри рхы ахыҕырхуа инаркны амшын иахьалало аҕынза 2023 шықәса лаҕарамзеи рашаамзеи рзы имшаҕгаз агидрохимиатә тҕаарақәа ирызку аинформация. Иҕауз алҕишақәа ирызууп аиҕырҕиратә анализ. Ишьақәыргылоуп арҕ азиасқәа рҕы азы аилазаашьа иазкны аиҕирақәеи аиҕишымзаарақәеи, иара убас урҕ рекологиа тәҕаылазаашьеи.*

Ихадароу ажәакәа: *агидрология, агидрохимия, азы аресурсқәа, азиасқәа Егри Кәыдри.ч*

A. A. Uglava, R. Y. Zhiba

**COMPARATIVE CHARACTERISTICS OF HYDROCHEMICAL
AND HYDROPHYSICAL PARAMETERS OF THE RIVERS INGUR
AND KODOR**

Annotation. *The paper presents information on hydrochemical studies carried out in May-June 2023 in the upper and lower reaches of the Ingur and Kodor rivers. A comparative analysis of the obtained data was carried out. Differences and similarities in the composition of water, the ecological state and the general functioning of the two rivers were revealed.*

Keywords: *hydrology, hydrochemistry, water resources, Ingur River, Kodor River.*

М. Р. Каталандзе, Р. С. Дбар, Е. Р. Вольтер

ЭФФЕКТЫ КОНЦЕНТРИРОВАНИЯ ИХТИОПЛАНКТОНА ВО ФРОНТАЛЬНОЙ ЗОНЕ ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ И ВСТРЕЧНЫХ ТЕЧЕНИЙ У МЫСА КРАСНЫЙ МАЯК В АБХАЗИИ

Аннотация. В статье представлен относительный видовой состав зоопланктона Черного моря. Сравниваются виды, встречающиеся в толще воды, в зоне образования активной конвективной пленки нейстона, во время шторма и сильных течений. Выделяются массово встречающиеся виды и виды, попадающие в единственном экземпляре. Оценивается современное состояние зоопланктона в Черноморской экосистеме.

Ключевые слова: иктиопланктон, Черное море, мыс Красный маяк, активная конвективная пленка нейстона.

Введение

С начала XXI века – века эпохи «глобализации» – продолжается зарегулирование стока рек, бурный рост курортных городов, интенсификация сельскохозяйственного и промышленного производства, увеличение морских грузоперевозок, добыча биоресурсов и полезных ископаемых, вселение новых видов гидробионтов. Эти и прочие факторы антропогенной нагрузки привели к трансформации экосистемы Черного моря, а, следовательно, и к изменению организации бентосных биоценозов и к нарушению структуры планктонных сообществ, в состав которых входят и планктонные стадии развития рыб (*Виноградов и др. 1992: 112*).

Массовое развитие в Чёрном море хищного гребневика – вселенца мнемнопсиса (конец 80-х и 90-е гг. XX столетия) привело к резкому сокращению численности всего кормового зоопланктона, в том числе копепод, что отрицательно сказалось на питании и выживании личинок рыб. В конце 80-х годов начали падать уловы теплолюбивых пелагофильных видов – хамсы и мелкой ставриды, чьи икра и личинки составляли основную долю летнего иктиопланктона в открытых водах черноморского шельфа (*Замбриборц 1985: 688–690*).

Эти два вида рыб, имеющих высокую пищевую ценность, составляют основу промышленного рыболовства причерноморских стран. Падение уловов сильно отразилось на их экономике и на популяцию крупных хищных рыб, привлекательных для спортивного рыболовства.

Целью нашей работы является изучение сравнительного таксономического состава зоопланктона в толще воды, в активной зоне течений пленки нейстона и во время шторма в акватории Абхазии. Для достижения данной цели были поставлены следующие задачи:

- 1) определить видовую принадлежность зоопланктона;
- 2) изучить особенности поведения определенных видов при шторме и экстремальном течении;
- 3) выделить массовые и редкие виды, характерные для абхазской акватории Черного моря.

Материалы и методы исследования

Материалы были собраны с сентября 2021 года по май 2023 года на Главной биостанции Института экологии АН Абхазии. Пробы были взяты в толще и на поверхности воды, на месте образования активной конвективной пленки нейстона, в которой накапливаются большее количество зоо- и фитопланктона, в периоды сильных течений и шторма. Скорость течения в момент взятия проб достигала 0,5–1 м/с. Волнение моря при взятии проб 3–5 баллов (*рисунок 1*).

Пробы брали с помощью малой планктонной сетью Джели (диаметр входного отверстия – 25 см, ячея сита – 112 мкм) на глубинах 0–9 м, при температуре моря от 10° до 23 °С. Пробы фиксировали 4 % нейтрализованным формалином и смотрели с помощью цифрового микроскопа (Optica microscopes Italy) на увеличении W-PLANPH10x/025. Таксономическую обработку проводили по «Определителю фауны Черного и Азовского морей» под редакцией Ф. Д. Мордухая-Болтовского 1968–1972 гг.

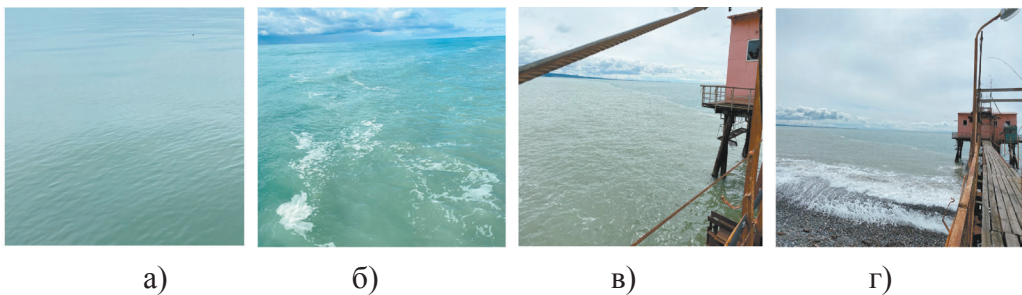


Рисунок 1. Состояние моря во время взятия проб: а) спокойное состояние моря; б) море в момент образования активной конвективной пленки нейстона; в) сильное течение моря; г) во время шторма.

Результаты и их обсуждение

Неоднородность физико-географических условий в Черном море приводит к неравномерному биопродуцированию различных акваторий. Флюктуации динамических гидрологических структур и общей циркуляции вод может быть представлено в качестве океанологической основы распределения и концентрации промысловых организмов (*Елизаров 1972: 152–165*).

Абхазская акватория характеризуется слабо развитой литоральной зоной и большими глубинами. Это не способствует образованию высокопродуктивных кормовых планктонных полей. Тем не менее в осенне-зимний период нестабильных гидрологических процессов высокая продукционная способность планктона сохраняется в Северо-Восточной части Черного моря, в тех районах, где в силу гидрологических причин осуществляется интенсивный береговой сток рек, восполняющие поток биогенных элементов в эвфотическом слое, интенсивно ассимилируемых фитопланктоном. Конкретные характеристики поля течений определяют также перераспределение ихтиопланктона – основы кормовой базы более высоких звеньев трофической цепи – хамсы и мелкой ставриды. Это благоприятствует зимовальной миграции, образованию скоплений и оптимальной зимовке хамсы.

Для Черного моря характерна циклоническая циркуляция водных масс. Вдольбереговые течения обходят мыс Красный маяк с правой стороны. Основным структурным элементом поля течений является дивергенция потоков, обусловленная как рельефом дна материкового склона и конфигурацией берегов, так и общими гидродинамическими причинами: обратное течение при натекании на выступ шельфа в западной части мыса, циклонические круговороты, образующиеся при прохождении течения над подводной банкой, циклонические циркуляции, формирующиеся при огибании побережья правой стороной течения, поскольку береговая линия сильно изогнута. Дивергенции динамического характера течений возникают, главным образом, при контакте вод во время движения. При этом самоорганизуется новая гидрологическая структура, отличающаяся от смежных водных масс. На поверхности моря такие зоны отображаются аномалиями температуры, солености и других элементов, характеризующими физико-химическое состояние вод. Формируется вспененная фронтальная зона. Динамика фронтальной зоны чрезвычайно сложна. Формируемые явления сгущения (пятна)

планктона обычно локальны, т.е. не выходят за пределы зон, в которых происходит трансформация энергии и вещества. Вследствие неравномерности скоростей и различий в структуре сходящихся вод гидрологический фронт изгибается, образуя меандры. При больших скоростях течения меандры начинают превышать критические размеры. В этих микроциркуляциях и концентрируется зоопланктон, перемещаясь вместе с ними и временно рассеиваясь при разрушении вихрей. Этим, в частности, объясняется мозаичное строение планктонных полей. Такие кормовые пятна очень благоприятны для нагула обитающих здесь рыб. Концентрируясь под ними, мелкие пелагические рыбы имеют возможность при поиске и добыче корма затрачивать минимум энергии (*Натаров, Черный 1966: 125–134*).

Районы опреснения, обусловленные стоком рек, в комплексе с другими факторами создают предпосылки для формирования продуктивных зон. В Сухумской бухте таких зон несколько – на востоке сильная струя Кодорского течения, огибающая Кодорский мыс и создающая при контакте с прибрежными водами Черного моря фронтальный раздел. При сильных осадках это также примыкающий с запада район сброса в море пресных вод реки Гумиста.

Рассмотренные выше динамические структуры у мыса Красный маяк достаточно редки, формируются под влиянием комплекса факторов и образуют сложные гидродинамические системы.

Особенностью Абхазской акватории Черного моря является образование особо активной зоны пленки нейстона на границах встречи двух течений. Главное течение Черного моря называется «основное черноморское течение – ОЧТ». Оно имеет направление против часовой стрелки и распространяется на весь периметр моря. Направление и сила ветра в Черном море имеют большое значение, и поэтому ОЧТ очень изменчиво. Причиной колебаний изопикнических поверхностей является изменение скорости вдольберегового течения за счет меандрирования струй ОЧТ и формирования мезомасштабных вихрей.

Для зоопланктона Черного моря характерно относительно невысокое биологическое разнообразие (более 150 видов). Изменение гидрологического и гидрохимического режима в шельфовых водах Черного моря вызвали эвтрофикацию в мелководной северо-западной его части, что привело к увеличению численности микро- и мезозоопланктона и – как следствие – увеличению численности и биомассы их потребителя – желетелого макрозоопланктона. Основную долю составляет ме-

дуза *Aurelia aurita*, которая, как и ихтиопланктон, обитает в верхнем 30-метровом слое воды. Она является хищником, поедающим ихтиопланктонные организмы, и конкурентом в питании личинок, молоди и взрослых рыб.

Всего нами определены 21 вид и три рода зоопланктона (таблица).

В активной конвективной зоне, где образуется пленка нейстона, встречались личинка баянуса (*larvae Amphibalanus improvises*), *Acartia clause* (Giesbrecht 1889), *Penilia avirostris* (Dana 1849); науплеусная форма *Acartia tonsa* (Dana 1849), *Oithona similis* (Claus 1866), *Paracalanus parvis* (Claus 1863), *Calanus euxixinus* (Hulsemann 1991) (науплеус), *Centropages ponticus* (Karavaev 1895), *Evadne spinifera* (P.E. Muller 1867) и представитель рода *Tintinopsis*.

Таблица

Таксономический состав зоопланктона в пробах, взятых у мыса Красный маяк

Классы	Таксоны
Cladocera	1) <i>Penilia avirostris</i> (Dana, 1849);
Copepoda	2) <i>Oithona davisae</i> (Ferrari F.D. & Orsi, 1984), 3) <i>Centropages ponticus</i> (Karavaev, 1895), 4) <i>Porcellidium viride</i> (Capcy, 1904), 5) науплеусная форма <i>Acartia clause</i> (Giesbrecht, 1889), 6) <i>Acartia tonsa</i> (Dana, 1849), 7) <i>Paracalanus parvis</i> (Claus, 1863), 8) <i>Oithona similis</i> Claus, 1866, 9) науплеусная форма <i>Calanus euxixinus</i> (Hulsemann, 1991) 10) <i>Anomalocera patersonii</i> (Templeton, 1837)
Apendicularia	11) <i>Oikopleura (Vexillaria) dioica</i> (Fol, 1872)
Scyphozoa	12) <i>Aurelia aurita</i> ,
Oligohymenophorea	13) <i>Paramesidium caudatum</i> (Ehrenberg, 1838)
Branchiopoda	14) <i>Evadne spinifera</i> (P.E. Muller, 1867)

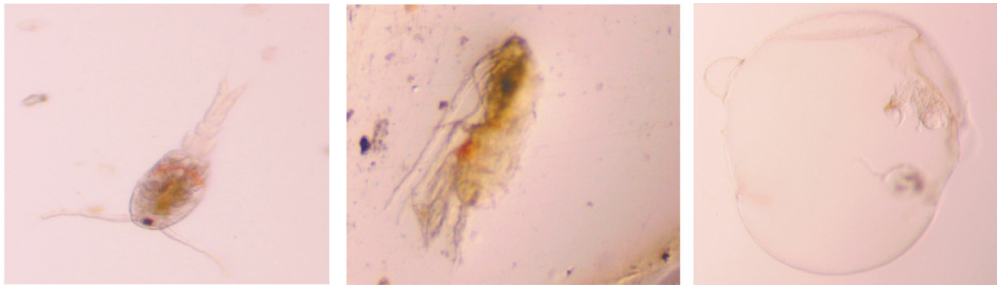
Sagittoidea	15) <i>Parasagitta setosa</i> (J.Muller,1847).
Dinophyceae	16) <i>Noctiluca scintillans</i> (Macartney) Kofoid & Svez.
Rotifera	17) Род <i>Synchaete</i> sp. (Ehrenberg,1832);
Oligotrichea	18) Род <i>Tintinopsis</i> ;
Eurotatoria	19) <i>Brachionus angularis</i> (Gosse,1851) 20) Род <i>Asplanchna</i> sp.(Gosse,1850).
Меропланктон	21) личинка двустворчатых (пластинчатожаберных) моллюсков (larvae Lamelibrancha), 22) личинка креветки, 23) ранние стадии жизненного цикла полихет (larvae Polychaeta), 24) личинка баянуса (larvae Balanus).

Согласно нашим исследованиям, массовыми видами для абхазской акватории Черного моря являются *Acartia clausi* (Giesbrecht 1889), *Acartia tonsa* (Dana 1849), *Paracalanus parvis* (Claus 1863), *Oithona davisae* (Ferrari F.D.&Orsi 1984), *Calanus euxininus* (Hulsemann 1991), *Noctiluca scintillans* (Macartney Kofoid & Svez), *Centropages ponticus* (Karavaev 1895) (рисунок 1).

В пробах, взятых во время шторма, наблюдались такие виды, как *Acartia clausi* (Giesbrecht 1889), *Oithona davisae* (Ferrari F.D. & Orsi 1984), науплеусная форма *Anomalocera patersonii* (Templeton 1837), медуза *Aurelia aurita*, *Paramecium caudatum* (Ehrenberg 1838), представители родов *Tintinopsis* и *Synchaeta* sp. (Ehrenberg 1832).

В весенних пробах доминировали представители таких видов, как *Noctiluca scintillans* ((Macartney) Kofoid & Svez), *Acartia tonsa* (Dana 1849), *Brachionus angularis* (Gosse 1851) и родов *Synchaete* sp. (Ehrenberg 1832) и *Asplanchna* sp. (Gosse 1850). Из определенных нами видов, индикаторами чистых вод являются *Penilia avirostris* (Dana 1849) и *Evadne spinifera* (P.E.Muller 1867).

По одному экземпляру встречались *Oikopleura*(*Vexillaria*) *dioica* (Fol 1872), *Evadne spinifera* (P.E.Muller 1867), *Parasagitta setosa* (J.Muller,1847) (рисунок 2).



а

б

в

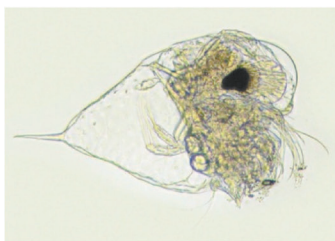


г

д

е

Рисунок 1. Массовые виды зоопланктон: а) *Oithona davisae* (Ferrari F.D.&Orsi,1984), б) *Calanus euxixinus* (Hulsemann,1991), в) *Noctiluca scintillans* ((Macartne) Kofoid & Svezy), г) *Acartia clausi* (Giesbrecht,1889), д) *Acartia tonsa* (Dana,1849), е) *Centropages ponticus* (Karavaev, 1895) (науплеус)



а

б

в

Рисунок 2. Единичные виды зоопланктона, определенные в наших пробах: а) *Evadne spinifera* (P.E.Muller,1867), б) *Oikopleura(Vexillaria) dioica* (Fol,1872), в) *Parasagitta setosa* (J.Muller, 1847)

Важную роль в составе зоопланктона Черного моря играет меропланктон (временные планктеры), который включает в себя организмы, часть жизненного цикла которых проходит в водной толще. После оконча-

ния пелагической стадии развития многие представители этой группы зоопланктона оседают на дно и ведут прикрепленный образ жизни (Афанасьева 2020: 121). Из меропланктона в пробах были определены личинка двустворчатых (пластинчатожаберных) моллюсков (larvae Lamelibrancha), личинка креветки, ранние стадии жизненного цикла полихет (larvae Polychaeta), личинка баянуса (larvae Balanus) (рисунок 3).

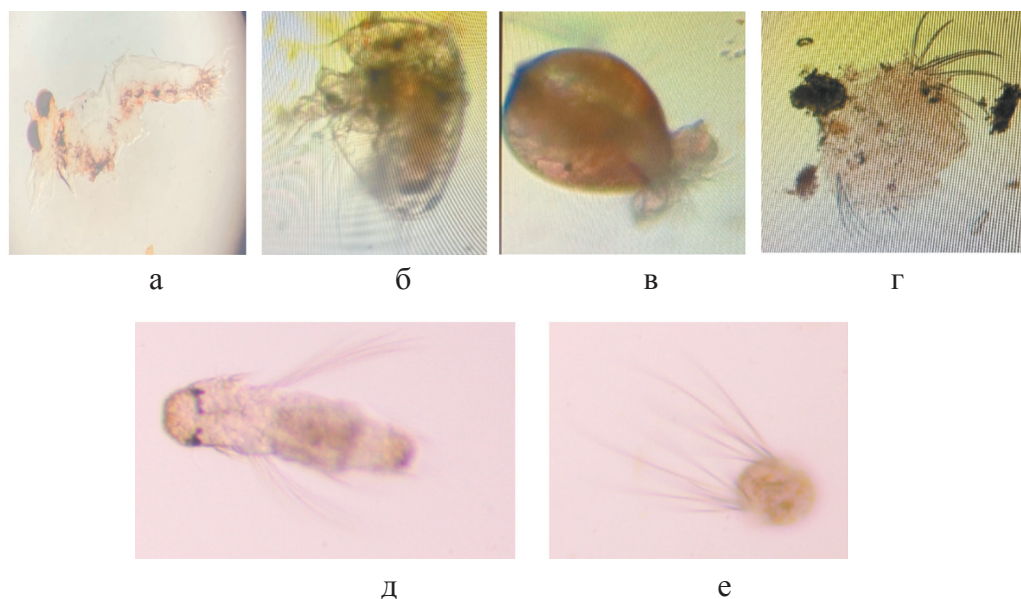


Рисунок 3. Представители меропланктона, определенные в наших пробах: а) личинка креветки; б) личинка баянуса (*larvae Amphibalanus improvisus*); в) личинка двустворчатых моллюсков (*larvae Lamelibrancha*); г) стадии развития личинки олигохета (*larvae olygochaeta*)

Таким образом, в период усиления речного стока продуктивные зоны гидродинамических систем могут временно смыкаться, образуя обширные участки повышенной биомассы гидробионтов. Динамические структуры являются продуктивными зонами Черного моря, характеризующимися относительно большой величиной биомассы планктонных районов, обладающих значительной продуктивностью и благоприятной для зимовки рыб. Несмотря на то что зимний период характеризуется наименьшим количеством видов, в наших пробах, взятых в феврале, на месте образования конвективной пленки нейстона было сконцентрировано наибольшее количество видов зоопланктона. Скопление такого большого количество видов может привлекать нагульных и зимовальных рыб, а особенно хамсу.

Литература

Афанасьев, Хренкин, Мартынюк и др. 2020: Афанасьев Д. Ф., Хренкин Д. В., Мартынюк М. Л., Мирзоян З. А., Бычкова М. В., Шляхова Н. А., Кожурин Е. А. Иллюстрированный атлас массовых видов зоопланктона Азовского и Черного морей // Ростов-на-Дону, 2020. С. 121.

Виноградов и др. 1992: Виноградов М. Е., Сапожников В. В., Шушкина Э. А. Экосистема Черного моря. М., 1992. С. 112

Елизаров 1972: Елизаров А. А. Об океанологических основах распределения и концентрации промысловых организмов. Труды ВНИРО, М., 1972. Т. 75. С. 152–165.

Замбриборщ 1985: Замбриборщ Ф.С. О современных тенденциях изменений черноморских ихтиоценозов // Вопр. ихтиол. 1985. Т. 25. Вып. 4. С. 688–690.

Натаров, Черный 1966: Натаров В. В., Черный Э. И. О формировании зон повышенной биологической продуктивности в Тихом океане. Тр. ВНИРО. М., 1966. Т. 60. С. 125–134.

Мордухай-Болтовский 1968: Определитель фауны Черного и Азовского морей. Свободноживущие беспозвоночные // под ред. Ф. Д. Мордухай-Болтовского. Т. 1. Киев, 1968. С. 360

Мордухай-Болтовский 1969: Определитель фауны Черного и Азовского морей. Свободноживущие беспозвоночные // под ред. Ф. Д. Мордухай-Болтовского. Т. 2. Киев, 1969. 536 с.

Мордухай-Болтовский 1972: Определитель фауны Черного и Азовского морей. Свободноживущие беспозвоночные // под ред. Ф. Д. Мордухай-Болтовского. Т. 3. Киев, 1972. 340 с.

М. Р. Каталанзе, Р. С. Дбар, Е. Р. Вольтер

Ацсны Алашарбага кацшь амшынҕықә иазымариашоу апакыраҕы аихтиопланктон аҕеизакра алцшәә

Аннотация. Астатиаҕы иаагоуп Амишын Еиқәа азоопланктон ахкытә еилазаашыа. Аиҕырҕиша рызууп амишын гәгәала ианцәқәырҕо анеистон аконвективтә гәагә ахышыақәгыло азаҕы ицәырҕуа ахкқәа. Иалкаауп ирацәаны иуҕыло ахкқәеи цыра зайдыкны икоуи. Ахшъара аҕоуп Амишын Еиқәа аекосистемаҕы азоопланктон аҕагылазаашыа.

Ихадароу ажәақәа: аихтипланктон, Амишын Еиқәа, Алашарбага кацшь аҕықә, анеистон аконвективтә гәагә.

M. R. Katalandze, R. S. Dbar, E. R. Volter

**EFFECTS OF ICHTHYOPLANKTON CONCENTRATION IN THE
FRONTAL ZONE OF EXTREME AND COUNTERCURRENTS AT
CAPE RED MAYAK OF ABKHAZIA**

Annotation. *The article presents the relative species composition of zooplankton in the Black Sea. The species found in the water column, in the zone of formation of an active convective neuston film, during a storm and strong currents are compared. Massively occurring species and species that fall in a single copy are distinguished. The current state of zooplankton in the Black Sea ecosystem is assessed.*

Keywords: *ichthyoplankton, Black Sea, Cape Krasny Mayak, active convective neuston film.*

С. И. Хачева, Н. С. Романова

ФУНГИЦИДНАЯ АКТИВНОСТЬ К ВОЗБУДИТЕЛЮ ПАРШИ ЯБЛОНИ *VENTURIA INAEQUALIS* (COOKE) WINTER В УСЛОВИЯХ АБХАЗИИ

Аннотация. В статье представлены результаты исследований фунгицидной активности химических препаратов лабораторными методами против возбудителя парши яблони *Venturia inaequalis* (Cooke) Winter. Изучено влияние на рост культуры грибного патогена химических фунгицидов трифлуксистробина и пенконазола в разных концентрациях и определен наиболее эффективный фунгицид для применения в контроле болезни.

Ключевые слова: яблоня, парша, фунгициды, эффективность.

Введение

Яблоня является одной из основных плодовых культур на территории Абхазии. Грибные патогены вызывают целый комплекс болезней, что сказывается на росте, развитии деревьев и на их урожайности (Белошапкина 2014: 267–272). Без проведения защитных мероприятий растения становятся ослабленными, отмечается угнетение ростовых процессов. В систему защитных мероприятий входят исключительно химические пестициды, которые при регулярном применении приводят к загрязнению окружающей среды, развитию резистентности к ним патогенов, а также к накоплению в почве остаточных количеств действующих веществ (Журавлева, Медведева 2018: 217–222; Якуба 2013: 213).

В настоящее время одной из наиболее распространенных болезней является парша яблони, возбудителем которой является *Venturia inaequalis* (Cooke) Winter. Представители рода *Venturia* заражают различные роды фруктовых деревьев: *V. inaequalis* заражает яблоню, *V. pirina* поражает европейскую грушу, *V. carpophila* поражает персик и т. д. (Beck, Ritschel et al, 2005: 111–116; Ishii, Yanase 2000: 755–759).

Парша развивается в течение всего вегетационного периода (Каширская, Кочкина 2019: 50–51) и поражает листья, цветки, плодоножки, плоды, иногда молодые побеги (Якуба 2013: 213). Вред, причиняемый этой болезнью, заключается в ослаблении деревьев, связанном со снижением фотосинтетической активности листьев, преждевременным их сбрасыванием при сильном поражении. Паршу яблони преимущественно контролируют

соблюдением таких мероприятий, как своевременная агротехническая обрезка, уничтожение листового опада и другие агроприемы (Белозерова 2012: 338–345) в сочетании с применением фунгицидов, а также созданием устойчивых сортов (Насонов, Супрун 2015: 275–282).

Особое место занимает своевременное проведение фунгицидных обработок, основанное на мониторинге развития патогенов и факторов среды, обуславливающих интенсивность их развития (Белозерова 2012: 338–345).

Целью наших исследований являлось определение эффективности использования фунгицидов пенконазол и трифлуксистербин в борьбе с паршой яблони.

В задачи исследований входило выделение чистых культур *Venturia inaequalis* и мониторинг чувствительности патогена к изучаемым фунгицидам.

Материалы и методы. Материалом для исследований являлись пораженные паршой листья и плоды яблони. Исследования проводились в ноябре 2021 г. в лаборатории биоиндикации и микологии Института экологии АНА. Предмет исследований включал изучение действия фунгицидов: пенконазола и трифлуксистербина на возбудителя парши яблони.

Растворы фунгицидов готовили из расчета концентраций, рекомендуемых производителем, в соотношении: 1:10.000, 1:1000, 1:100, 1:10, 1:1, 1:0,1, 1:0,01 (в трех-четыре разведениях каждый).

Выделение гриба *Venturia inaequalis* из отобранных образцов проводили на питательной среде (2 % КГА)¹. Через несколько дней наблюдался рост мицелия, были выделены чистые культуры *Venturia inaequalis* и мультиплицированы на нескольких чашках Петри. Затем специальным инструментом были взяты небольшие кусочки воздушного мицелия в виде дисков и помещены в центр чашки Петри на среду КГА, которая была предварительно обработана водным раствором определенной концентрации изучаемого фунгицида и равномерно распределена стерильным шпателем по поверхности питательного агара. Чашки Петри с изолятом гриба и нанесенным фунгицидом помещали в термостат при температуре 24° С. Каждые 3 суток проводили замеры диаметра роста мицелия и отмечали ручкой на нижней стороне чашки (рисунки 1–9).

Эффективность препаратов оценивалась согласно измерениям диаметра зоны задержки роста мицелия гриба (см), представленным в таблице 1.

Результаты и обсуждение. Изученные фунгициды в разной степени вызвали ингибирование роста воздушного мицелия анализируемого вида (*Venturia inaequalis*). Наиболее высокую эффективность против болезни

¹ Картофельно-глюкозный агар

показало применение фунгицида пенконазол из класса триазолов. Пенконазол высокоэффективен при любых погодных условиях, хорошо переносится растениями и также имеет длительное действие, позволяющее сократить количество обработок и пестицидную нагрузку на окружающую среду. Ингибирует биосинтез стеролов (Белов 2003: 128), подавляет инфекцию в период прорастания спор и проникновения ростовой трубки в ткани листа (Андреева, Зинченко 2002: 14–15; Гольшин 1993: 319). В наших исследованиях наблюдалось полное подавление роста мицелия *Venturia inaequalis* в растворах фунгицида заданной концентрации (1:10.000, 1:1000, 1:100, 1:10) в течение 13 суток. В растворе с концентрацией 1:1 также отмечался небольшой рост. При разведении 1:0,1; 1:0,01 фиксировался максимальный диаметр роста мицелия гриба (рисунок 10).

Фунгицид трифлуксистробин относится к классу стробилуринов и является высокоэффективным синтетическим препаратом для защиты яблони и груши в период вегетации и при хранении плодов (Ганиев, Недорезков 2006: 248). Трифлуксистробин слабо подавлял рост мицелия *Venturia inaequalis*. В растворах фунгицида заданной концентрации (1:10.000, 1:1000, 1:100, 1:10) рост фиксировался уже на 6 сутки, а в разведениях 1:1; 1:0,1; 1:0,01 на 3 сутки исследований (рисунок 11). При таких значениях, полученных в лабораторных условиях, данный препарат не способен обеспечить эффективный контроль патогена в садах. Однако полученные данные можно интерпретировать и с позиции того, что препарат подавляет митохондриальное дыхание грибов (Белов 2003: 128) и длительность лечебного действия составляет три-четыре дня после начала заражения. Объектами наших исследований являлись полностью пораженные плоды и листья яблони с активной споруляцией. Таким образом, применение данного фунгицида несколько запоздало. Также возник вопрос о степени влияния состава питательных сред на степень ингибирования мицелиального роста *Venturia inaequalis*. Литературные данные показали отсутствие влияния состава питательных сред на замедление роста мицелия *Venturia inaequalis* (Köller, Wilcox et al, 2005:357–365).

Заключение. Таким образом, влияние на рост культуры возбудителя парши яблони *Venturia inaequalis* химических фунгицидов различного механизма действия показало, что наиболее эффективным фунгицидом в борьбе с паршой яблони является пенконазол. Трифлуксистробин ингибировал рост *Venturia inaequalis* в недостаточной степени, однако не исключено, что данный возбудитель по отношению к изучаемому препарату в условиях Абхазии приобрел определенный уровень резистентности. В связи с этим необходим постоянный мониторинг эффективности фунгицидов

против возбудителя болезни с помощью лабораторных методов с использованием чистых культур грибов.

Литература

Андреева, Зинченко, 2002: Андреева Е. И., Зинченко В. А. Системные фунгициды-ингибиторы биосинтеза эргостерина // *Агро XXI*. 2002. № 4. С. 14–15.

Белов 2003: Белов Д. А. Химические методы и средства защиты растений в лесном хозяйстве и озеленении. М., 2003. 128 с.

Белозерова 2012: Белозерова Г. С. Парша яблони и рациональный подход к организации борьбы с ней // *Плодоводство и ягодоводство России*. 2012. Т. 30. С. 338–345.

Белошапкина 2014: Белошапкина О. О. Использование агрохимикатов и био-препаратов для защиты яблони и груши от парши // *Субтропическое и декоративное садоводство*. 2014. Вып. 51. С. 267–272.

Ганиев, Недорезков 2006: Ганиев М. М., Недорезков В. Д. Химические средства защиты растений. М., 2006. 248 с.

Гольшин 1993: Гольшин Н. М. Фунгициды. М., 1993. 319 с.

Журавлева, Медведева 2018: Журавлева Т. В., Медведева Л. М. Интегрированная система защиты яблони от парши // *АПК России*. 2018. Т. 25. № 2. С. 217–222.

Каширская, Кочкина 2019: Каширская Н. Я., Кочкина А. М. Современные системы защиты насаждений яблони от парши // *Достижения науки и техники АПК*. 2019. Т. 33. № 2. С. 50–51.

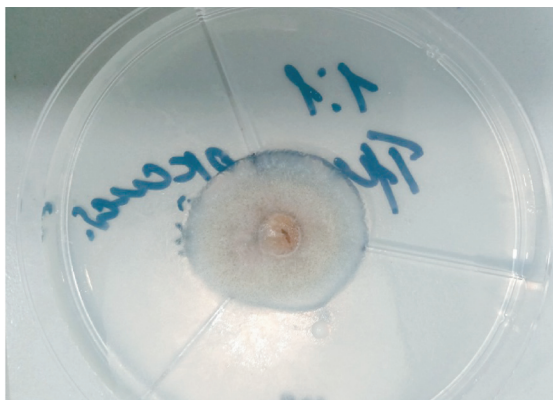
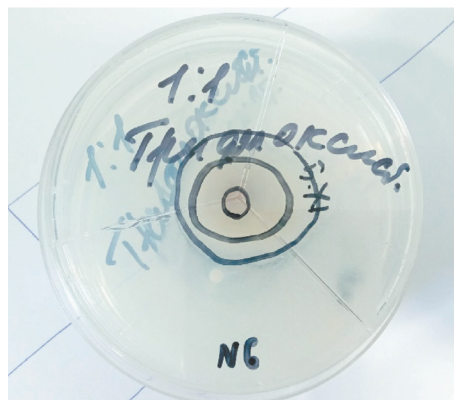
Насонов, Супрун 2015: Насонов А. И., Супрун И. И. Парша яблони: особенности возбудителя и патогенеза // *Микология и фитопатология*. 2015. Т. 49. Вып. 5. С. 275–282.

Якуба 2013: Якуба Г.В. Экологизированная защита яблони от парши в условиях климатических изменений: монография. Краснодар, 2013. 213 с.

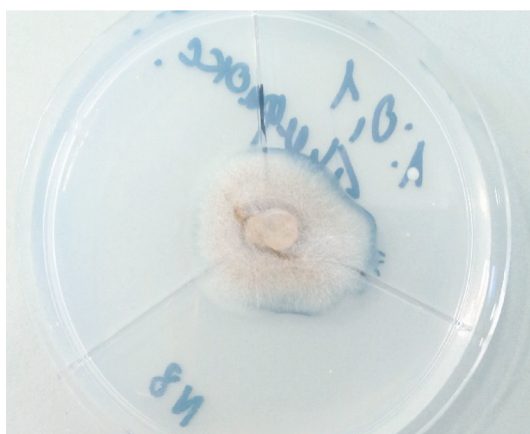
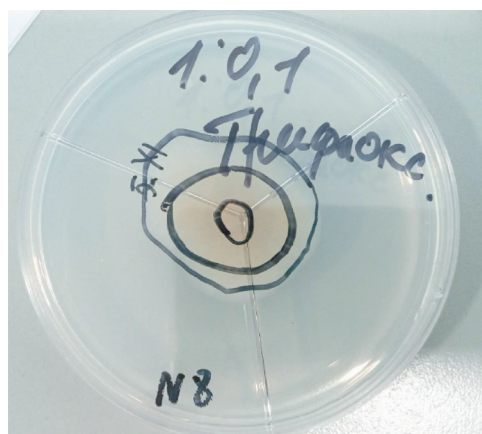
Beck, Ritschel et al, 2005: Beck, A., Ritschel, A., Schubert, K., Braun, U., and Triebel, D. (2005). Phylogenetic relationships of the anamorphic genus *Fusicladium* s.lat. as inferred by ITS nrDNA data // *Mycol. Prog*. 2005. Vol. 4. P. 111–116.

Ishii, Yanase, 2000: Ishii, H., Yanase, H. *Venturia nashicola*, the scab fungus of Japanese and Chinese pears: a species distinct from *Venturia pirina* // *Mycol. Res*. 2000. Vol. 104. P. 755–759.

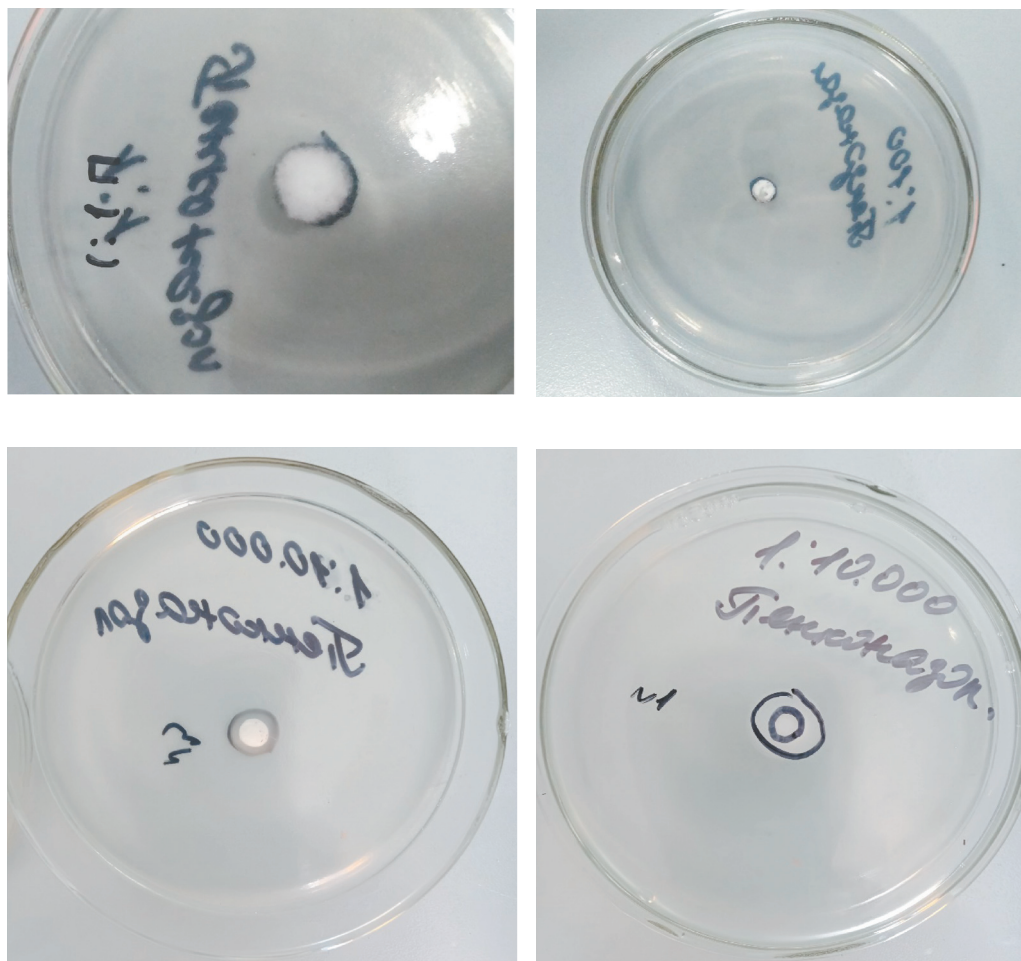
Köller, Wilcox et al, 2005: Köller W., Wilcox W. F., Parker D. M. Sensitivity of *Venturia inaequalis* populations to anilinopyrimidine fungicides and their contribution to scab management in New York // *Plant disease*. 2005. Vol. 89. № 4. P. 357–365.



Рисунки 1–2. Мицелиальный рост *Venturia inaequalis* на среде КГА с добавлением трифлорксистробина на 3 сутки (разведение 1:1)



Рисунки 3–4. Мицелиальный рост *Venturia inaequalis* на среде КГА с добавлением трифлорксистробина на 3 сутки (разведение 1:0,1)



Рисунки 5–8. Мицелиальный рост *Venturia inaequalis* на среде КТА с добавлением пенконазола на 3 сутки (в разном разведении)

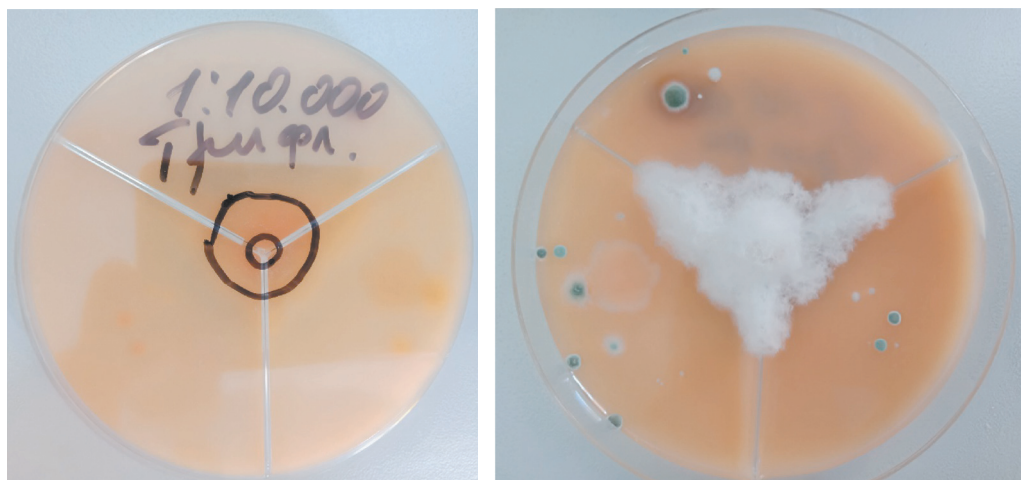


Рисунок 9. Мицелиальный рост *Venturia inaequalis* на среде КГА с добавлением трифлуксистробина на 9 сутки (разведение 1:10 000)

Таблица

Диаметр роста мицелия *Venturia inaequalis* в растворах фунгицидов на среде КГА

ТРИФЛОКСИСТРОБИН / ПЕНКОНАЗОЛ					
ДАТА	2.11.21 г.	5.11.21 г.	8.11.21 г.	11.11.21 г.	14.11.21 г.
СТЕПЕНЬ РАЗВЕДЕНИЯ	РОСТ (СМ)				
1:10.000	-/-	1,4/- 1,3/- 1,4/-	1,9/- 1,7/- 2,0/-	2,0/- 1,7/- 2,0/-	3,0/- 3,1 /- 3,4/-
1:1000	-/-	1,0/- 0,7/- 0,6/-	3,4/- 3,2/- 3,0/-	4,0/- 3,8/- 4,0/-	5,5/- 5,0/- 6,5/-
1:100	-/-	1,1/- 1,2/- 1,5/-	4,0/- 4,5/- 2,7/-	8,5/- 5,6/- 5,6/-	6,0/- 6,5 /- 8,0/-
1:10	-/-	1,6/- 2,0/- 1,3/-	4,1/- 3,8/- 4,2/-	5,0/- 5,6/- 5,6/-	6,0/2,5 7,5/3,0 6,1/3,1
1:1	2,0/- 2,5/- 2,2/-	3,0/0,9 3,0/1,0 4,8/1,0	3,1/1,1 3,2/1,3 4,6/1,2	6,5/1,3 7,0/1,7 Вся чаш- ка/1,6	7,7/1,5 8,0/1,5 8,3/1,3
1:0,1	2,0/- 2,3 /- 2,1/-	3,4/1,4 3,0/1,4 2,7/1,5	3,4/3,2 3,1/3,1 2,7/3,9	6,0/3,8 7,2/4,0 6,5/4,0	7,0/6,0 7,1/6,0 7,5/5,9
1:0,01	2,0/- 2,1/- 1,8/-	3,0/1,5 3,0/1,4 3,1/1,3	3,2/3,8 3,4/4,7 3,3/3,6	6,6/5,3 6,5/5,5 6,3/4,2	6,7/7,0 7,0 /6,7 7,0/6,9

Примечание: (-) – роста мицелия не наблюдалось.

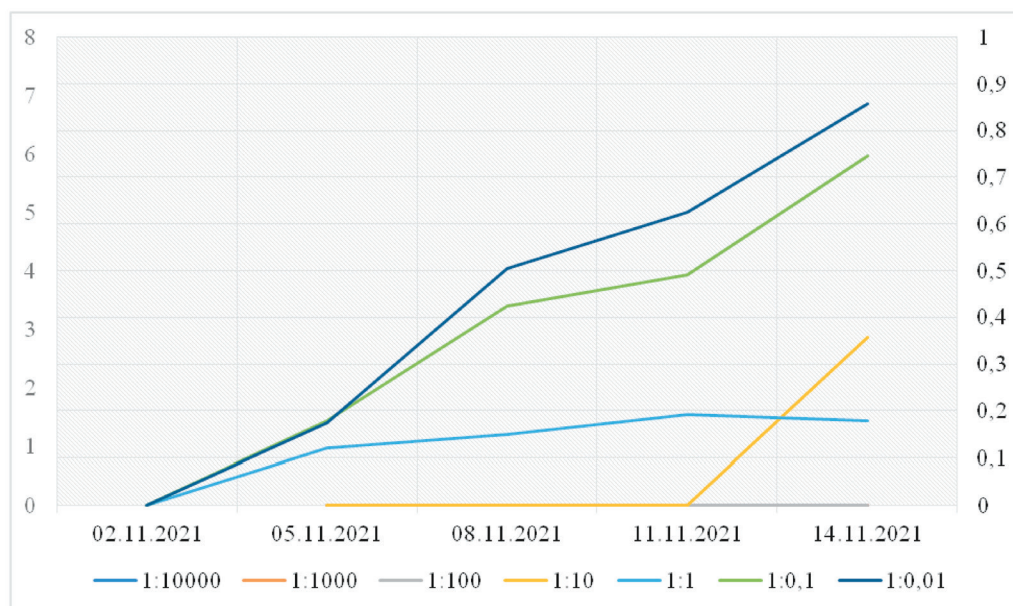


Рисунок 10. Мицелиальный рост *Venturia inaequalis* на среде КГА с раствором пенконазола

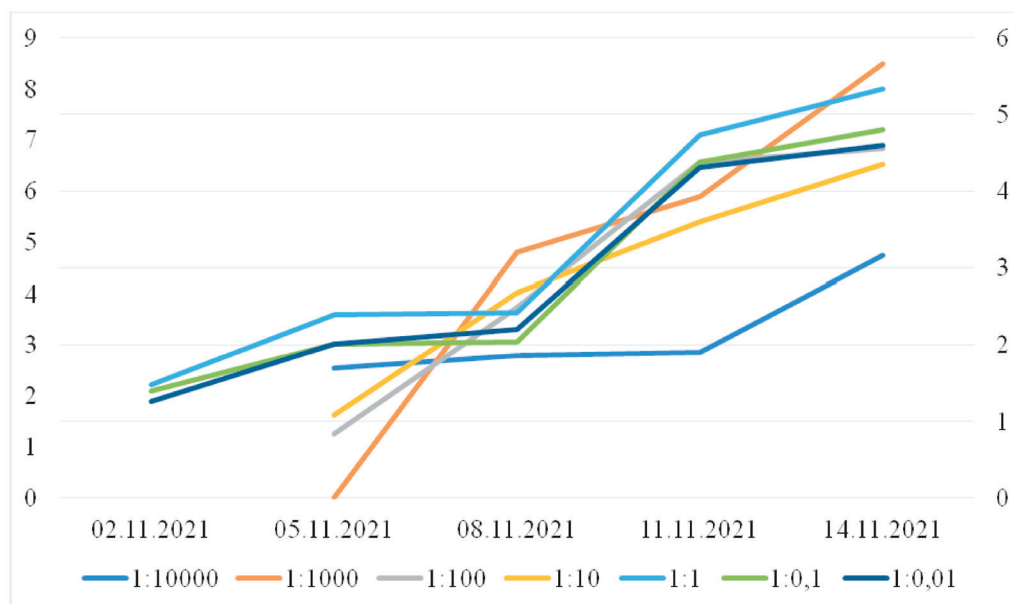


Рисунок 11. Мицелиальный рост *Venturia inaequalis* на среде КГА с раствором трифлуксистробина

С. И. Хачева, Н. С. Романова

АПСНЫ ИАХЪАЦАНАКУА АЦӘА ХКЫ VENTURIA INAEQUALIS (СООКЕ) WINTER ИАХЪУА АЧЫМАЗАРА ҶКЫ ААНКЫЛАШЬА

Аннотация. Астатиаҕы иазаатгылоуп айҕа хкы *Venturia inaequalis* (Cooke) Winter иахъуа ачымазара ахылйишьтра аилкааразы имџағаз атйаарақәа рылйишәа. Игәатоуп айҕа аизҳараҕы еиуеиңишьмкәан еилайоу ахимиатә фунгицидқәа трифлуксистробини пенконазоли ркәыкәбаатә патоген иканайо анырра. Еилкаауп ачымазара хылаңиша атараҕы еиҳа алйишәа бзиа змоу афунгицид.

Ихадароу ажәакәа: айҕайла, ачымазара парша, афунгицидқәа, алйишәа.

S. I. Khacheva, N. S. Romanova

FUNGICIDAL ACTIVITY AGAINST THE CAUSATIVE AGENT OF APPLE SCAB VENTURIA INAEQUALIS (COOKE) WINTER IN THE CONDITIONS OF ABKHAZIA

Annotation. The article presents the results of studies of fungicidal activity of chemical preparations by laboratory methods against apple scab pathogen *Venturia inaequalis* (Cooke) Winter. The effect of chemical fungicides trifloxystrobin and penconazole in different concentrations on the growth of the fungal pathogen culture was studied and the most effective fungicide for use in disease control was determined.

Keywords: apple tree, scab, fungicides, effectiveness.

С. И. Хачева, Н. С. Романова, М. С. Кирия

ВИДОВОЕ РАЗНООБРАЗИЕ ФИТОПАТОГЕННЫХ ГРИБОВ *CUPRESSUS SEMPERVIRENS* L. НА ТЕРРИТОРИИ АБХАЗИИ

Аннотация. В статье представлены результаты исследований видового состава грибов, поражающих насаждения *Cupressus sempervirens* L. на территории Абхазии. Грибковые заболевания негативно воздействуют на листовой аппарат, корневую систему, побеги и ветви насаждений, что приводит к значительному снижению продуктивности, темпов роста, продолжительности жизни кипариса, а также декоративных качеств.

Ключевые слова: кипарис, патоген, грибковые заболевания, возбудитель.

Введение

В процессе индивидуального развития древесные виды постоянно подвергаются воздействию абиотических и биотических факторов окружающей среды. Одним из важнейших факторов, определяющих состояние лесов, являются фитопатогенные грибы, приводящие к различным заболеваниям. Под воздействием фитопатогена в растительном организме происходят изменения физиологических процессов. Такие нарушения неизбежно влекут за собой анатомо-морфологические изменения всего растения или отдельных его органов.

Проблема усыхания различных видов кипариса актуальна для всего ареала его произрастания; основные симптомы – это изменение цвета коры, образование продольных трещин, истечение смолы и отмирание отдельных ветвей с дальнейшим усыханием вершины и гибелью дерева (Литовка, Павлов и др. 2007: 34–36).

Целью настоящего исследования являлось фитопатологическое обследование кипарисовой аллеи в пос. Цандрыпш.

В задачи исследования входило выявление и идентификация возбудителей грибных заболеваний *Cupressus sempervirens*. Выявление возбудителя болезни в тканях растений, когда он находится в латентном периоде развития, важно для своевременного применения химических средств защиты (Kolombet, Kolessova et al, 2006: 99–110).

Материал и методы. Основным материалом стали образцы кипариса (ветки, кора и хвоя), собранные в пос. Цандрыпш. Отобранные образцы были снабжены этикетками и транспортированы при температуре окружа-

ющей среды в течение одних суток. Образцы хранились в холодильной камере при температуре от 3 °С до 5 °С не более пяти суток.

Исследования проводились в период с начала мая по июнь 2023 г. в лаборатории биоиндикации и микологии Института экологии АНА.

Лабораторные методы исследований включали: макроскопический метод (на предмет наличия симптомов поражения), метод влажной камеры и выделение возбудителя на питательную среду (2% КГА), метод микроскопирования.

Метод влажной камеры основан на способности находящегося внутри тканей растения мицелия во влажных условиях прорасти наружу и образовывать спороношения. Влажная камера представляет собой чашку Петри, на дно которой кладут фильтровальную бумагу, равную по диаметру дну чашки. Перед загрузкой в климатическую камеру фильтровальная бумага смачивается дистиллированной водой, и в процессе исследования необходимо контролировать, чтобы она не высыхала. Объекты исследования выкладывались на фильтровальную бумагу. Заполненные влажные камеры помещались в термостат при температуре 20–25 °С. Через несколько дней на поверхности исследуемых объектов появлялись грибница и спороношения возбудителей (*Кузьмичев, Соколова и др. 2004: 120*).

Для проведения микологического анализа использовались питательные среды. Производился посев на твердую питательную среду (2 % КГА), а также в жидкую среду Сабуро. Штаммы выдерживались в климатической камере при температуре 24 °С в течение семи-десяти дней.

Для определения видовой принадлежности возбудителя использовались определители, справочные руководства (*Пидопличко 1978: 232*).

Результаты и обсуждение. Одной из причин вредоносности возбудителей грибковых заболеваний является сложность их идентификации, часто отсутствие плодовых тел, обязательное сопряженное поражение другими болезнями и вредителями (*Павлов 2015: 159–163*).

Макроскопический метод (визуальный осмотр) позволил выявить в отобранных образцах кипариса следующие поражения: побурение хвоинок на веточках, белый налет на шаровидных шишках. Следов ржавчины на момент исследований не наблюдалось.

Следующим этапом являлось выявление возбудителей из пораженных частей кипариса с использованием метода влажной камеры и посевом на питательные среды (КГА¹, Сабуро). Для выделения грибов (вероятных воз-

¹ Картофельно-глюкозный агар

будителей болезни) использовали фрагменты коры, шишек и хвои кипариса, которые после стерилизации помещали на питательные среды и инкубировали при 25 °С для получения культур грибов. Далее осуществлялся пересев чистых культур на дифференциально-диагностические среды для последующего определения их видовой принадлежности (Литовка, Павлов и др., 2007: 34–36).

Микроскопический метод применялся для определения вида возбудителя или установления наличия патогена в тканях растения. Только микрофотографирование дает возможность обнаружить характерные признаки, присущие патогену (у грибов – форма и цвет спор, форма сумок, характер размещения сумок в плодовых телах и др.) (Кузьмичев, Соколова и др., 2004: 120).

Результаты лабораторных анализов позволили выделить следующие грибы-патогены, приводящие к различным заболеваниям кипариса: *Chrysomyxa sp.*, *Fusarium sp.*, *Mucor sp.* (рисунок 1).

В циклах развития ржавчинных грибов, к которым относится *Chrysomyxa sp.* (рисунки 2–3), существует несколько стадий, сменяющих друг друга: спермогонии со спермациями (пикноспорами), эции с эциоспорами (рисунок 4), урединии с урединиоспорами (образуется несколько поколений, что способствует массовому заражению растений), телии с телиоспорами (служат для перезимовки гриба), базидии с базидиоспорами (развиваются весной).

У представителей рода *Fusarium sp.* (рисунки 5–6), конидиальная стадия представлена конидиями двух видов – микроконидии и макроконидии серповидно изогнутой формы. На отмерших частях растений развиваются перитеции, которые образуются на субстрате или погружены в строму темно-синего цвета. В пораженных органах растений грибы выделяют ростовые вещества гиббереллины, что приводит к аномальному удлинению междоузлий. Растения становятся бледными и гибнут.

Mucor sp. относится к классу *Zygomycetes* (рисунок 7). В основном представители данного класса являются сапротрофами, но могут быть и паразиты. Сначала гриб развивается в виде белого несептированного мицелия, заметного невооруженным глазом. Над поверхностью мицелия вскоре поднимаются вертикальные гифы, будущие спорангиеносцы. Концы гиф расширяются, образуя спорангии шаровидной формы, в котором цитоплазма по периферии уплотняется и содержит много ядер (рисунки 8–9). Центральная часть его остается менее плотной, не содержит ядер и превращается в колонку. Из содержимого периферической части формируются споры (ми-

тоспоры) (рисунки 10). После разрыва оболочки спорангия споры рассыпаются, а на спорангиеносце остается колонка с частью стенки спорангия – воротничком (рисунки 11).

Заключение. В настоящее время фактически единственным способом определения болезней растений, вызываемых микроскопическими грибами, является фитопатологическая экспертиза, основанная на анализе косвенных признаков заболевания, и связанные с ней процедуры микологического анализа (выделение штаммов грибов с использованием методов лабораторного анализа, посев на питательные среды, идентификация полученных штаммов) (Жуков, Гниненко 2014: 13–22).

Сложность быстрого выявления фитопатогенных организмов, значительной частью которых являются грибы – возбудители опасных заболеваний, и разработка адекватных мер защиты против них, акцентирует внимание на проведении дальнейших исследований кипариса, произрастающего на территории Абхазии.

Литература

Жуков, Гниненко 2014: Жуков А. М., Гниненко Ю. И. Развитие лесной фитопатологии и новые угрозы для лесов России // Лесохозяйственная информация. № 4. 2014. С. 13–22.

Кузьмичев, Соколова и др. 2004: Кузьмичев Е. П., Соколова Э. С., Мозолевская Е. Г. Болезни древесных растений: справочник [Болезни и вредители в лесах России. Т. 1.]. М.: ВНИИЛМ, 2004. 120 с.

Литовка, Павлов и др. 2007: Литовка Ю. А., Павлов И. Н., Шармагий А. К., Герасимчук В. Н. К вопросу раннего обнаружения инвазивных возбудителей болезней древесных растений в Никитском ботаническом саду и парках южного берега Крыма // Проблемы лесной фитопатологии и микологии: материалы XI международной конференции, 10–14 октября 2022 г. Петрозаводск / под ред. О. О. Предтеченской, В. Г. Стороженко. М.-Петрозаводск, 2022. С. 34–36.

Павлов, 2015: Павлов И. Н. Значение корневых патогенов в процессах массового усыхания хвойных лесов Сибири и Дальнего Востока // Проблемы лесной фитопатологии и микологии: материалы 9-й Международной конференции, 19–24 октября 2015 г. Минск-Москва-Петрозаводск / под редакцией В. Г. Стороженко, В. Б. Звягинцева. Минск, 2015. С. 159–163.

Пидопличко, 1978: Пидопличко Н. М. Грибы-паразиты культурных растений. Определитель. Т. 3. Пикнидиальные грибы. Киев, 1978. 232 с.

Kolombet, Kolessova et al, 2006: Kolombet L. V., Kolessova D. A., Chmyr P. G. Diagnostics of phytopathogen infection in agricultural plants as a necessary condition for optimizing current fungicide application technologies // J. of Agricultural Technology, 2006, 2(1). P. 99–110.

Приложения

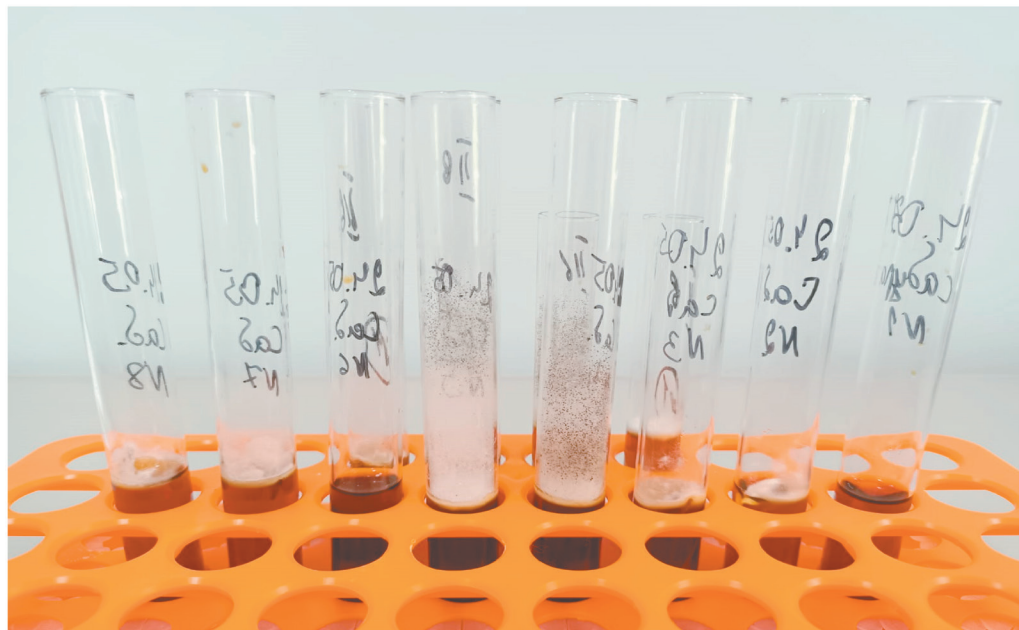
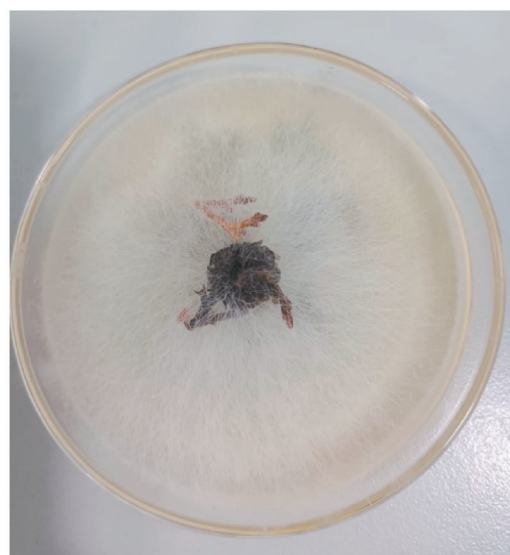
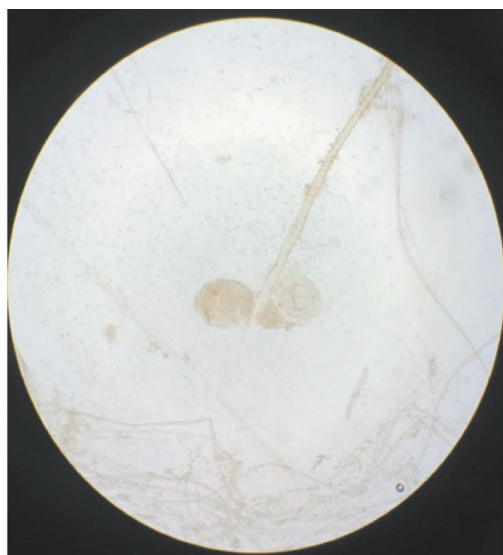


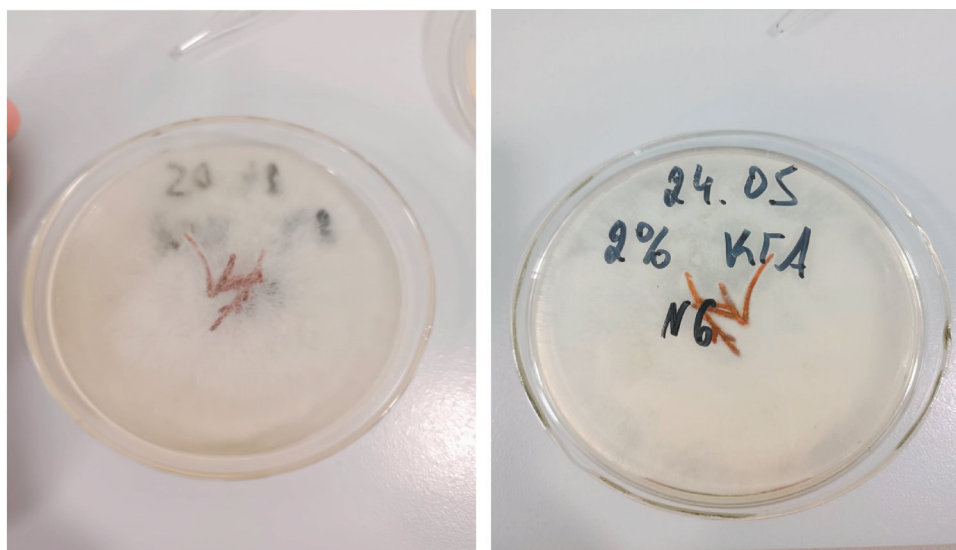
Рисунок 1. Рост фитопатогенных грибов на среде Сабуро



Рисунки 2–3. Возбудитель ржавчины *Chrysomyxa* sp.



Рисунок 4. Эции возбудителя ржавчины *Chrysomyxa* sp.



Рисунки 5–6. *Fusarium* sp.

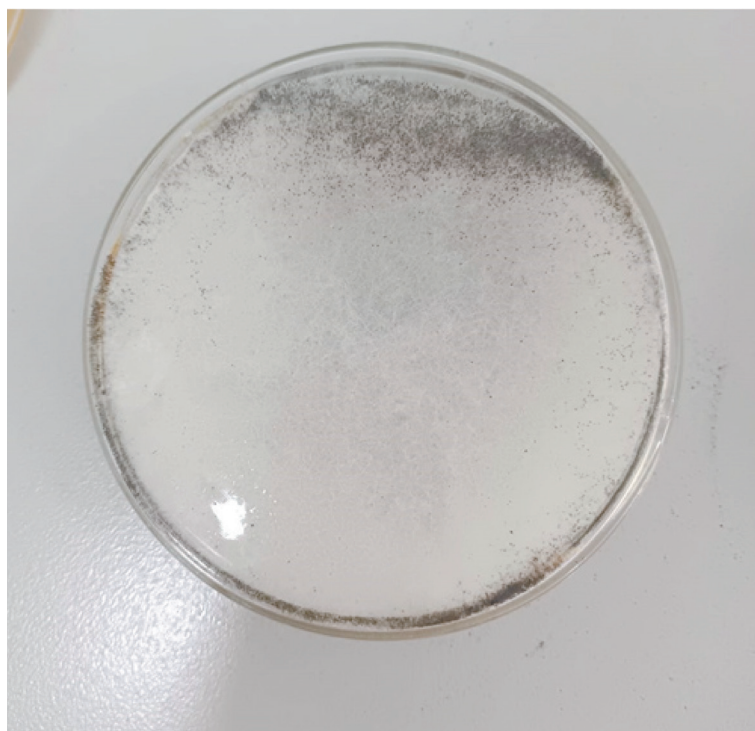
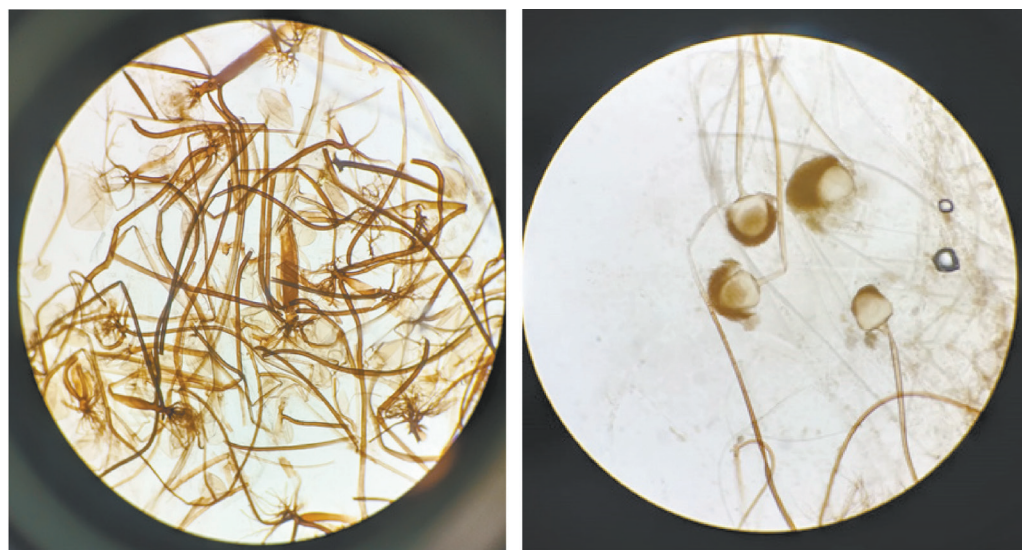


Рисунок 7. *Mucor* sp. на среде КГА



Рисунки 8–9. Мицелий и спорангиеносцы со спорангиями

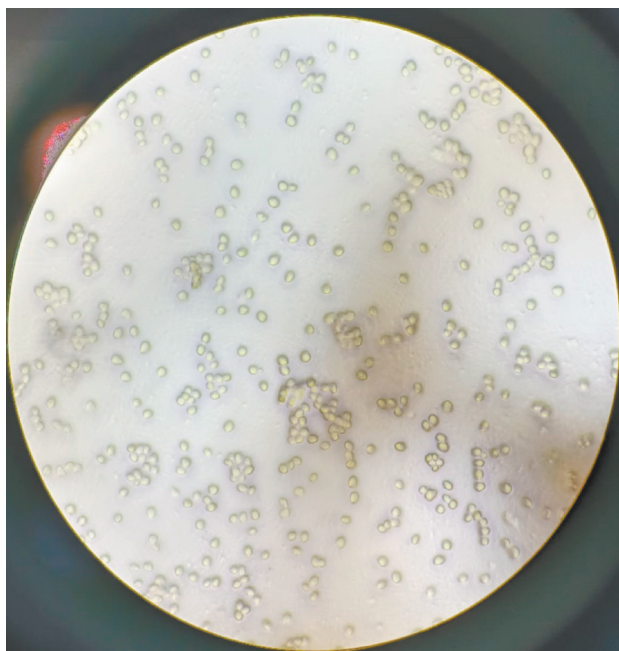


Рисунок 10. Споры Mucor sp.



Рисунок 11. Колонка и споры Mucor sp.

С. И. Хачева, Н. С. Романова, М. С. Криа

**АФИТОПОТОГЕНТӘ КӘЫКӘБААҚӘА *CUPRESSUS*
SEMPERVIRENS L. АҲКЫ АҨСНЫ ИАХЪАЦАНАКУА
АИУЕИЦШЫМЗААРА**

Аннотация. Аусумтаҕы иаагоуп акәыкәбаа *Cupressus sempervirens* L. хкқәа ирыҕаркуа АҨсны иҕоу аиҕахатәқәа ирызнауа аҨхаста. Акәыкәбаа чымазарқәа иҨхастартәуеит айҕаақәа рбыҕьқәа, рдацқәа, рымахәқәа, урт акипарис азҳара иаҨырхагоуп, ианыҕиуеит уи ақәранҕыреи адекоротивтә хатәбзиарей.

Ихадароу ажәақәа: акипарис, апатоген, акәыкәбаа чымазарақәа, ачымазара зырҕекуа.

S. I. Khacheva, N. S. Romanova, M. S. Kiria

**SPECIES DIVERSITY OF PHYTOPATHOGENIC FUNGI
CUPRESSUS SEMPERVIRENS L. IN THE TERRITORY
OF ABKHAZIA**

Annotation. The article presents the results of studies of the species composition of fungi that infect plantations of *Cupressus sempervirens* L. in the territory of Abkhazia. Fungal diseases negatively affect the leaf apparatus, root system, shoots and branches of plantings, which leads to a significant decrease in productivity, growth rates, life expectancy of cypress, as well as decorative qualities.

Keywords: cypress, pathogen, fungal diseases, pathogen.

Н. Т. Голандзия, Ж. Л. Топчян

АЗИАТСКАЯ ОГНЕВКА (*HARITALODES BASIPUNCTALIS* *BREMER*) – НОВЫЙ ИНВАЗИВНЫЙ ВИД НА ТЕРРИТОРИИ АБХАЗИИ

Аннотация. В статье приводятся новые данные, связанные с новым инвазивным видом Азиатской огневки *Haritalodes basipunctalis* Bremer (впервые зарегистрирована на Черноморском побережье в 2021 г. в городе Сочи, а также на территории Абхазии).

Ключевые слова: азиатская огневка, гусеница, вредитель, мониторинг, Абхазия.

Введение

Практически ежегодно в Абхазии отмечаются случаи обнаружения новых чужеродных видов насекомых. Многие, из которых склонны к массовому размножению, и по своей вредоносности могут составить конкуренцию аборигенным фитофагам. Почти у всех новых фитофагов не сформировался комплекс естественных врагов, а наши природно-климатические условия благоприятны для перезимовки и размножения, также разнообразие кормовых растений позволяет наращивать численность в зоне нового ареала распространения. В результате многолетнего мониторинга сельскохозяйственных, лесных и декоративных насаждений был обнаружен целый ряд новых для фауны Абхазии видов насекомых, в том числе виды, входящие в Единый перечень карантинных объектов Евразийского экономического союза, утверждённый Решением Совета Евразийской экономической комиссии от 30 ноября 2016 г. № 158 с изменениями и дополнениями от 8 августа 2019 г. (Решение Совета Евразийской экономической комиссии от 8 августа 2019 г. № 74): американская белая бабочка *Huphantria cunea*, коричнево-мраморный клоп *Halyomorpha halys* Stål, сосновый семенной клоп *Leptoglossus occidentalis* Heidemann, клоп платановая кружевница *Corythucha arcuata* Say, японская палочковидная щитовка *Lopholeucaspis japonica* Cockerell. Также широко распространились инвазивные, но не карантинные виды, в том числе самшитовая огневка *Cydalima perspectalis* Walker, которая привела к массовому уничтожению самшита на всем Кавказе.

Проникают на территорию Абхазии чужеродные виды насекомых различными путями: естественным – с помощью активных и пассивных пе-

релётов, а также с посадочным материалом, различными транспортными средствами, с грузами. Пути проникновения этих видов разные, но и те, и другие успешно акклиматизируются в условиях Абхазии. Одним из таких видов стала Азиатская огневка *Haritalodes basipunctalis* Bremer, которая является новым агрессивным фитофагом на территории Абхазии.

Родина вредителя – Восточная Азия, Африка, Австралия и Океания. Его отмечали на Коморских островах, в Демократической Республике Конго, Мали, Мадагаскаре, Сейшельских островах, ЮАР, Гамбии, Австралии, Фиджи, Папуа – Новой Гвинее, Самоа, Соломоновых островах, Андаманских островах, Бали, Индии, Шри-Ланка, Малайзии, Мьянме, Сингапуре, Вьетнаме, Китае и Японии. Как инвазивный вид бабочку отмечали в Новой Зеландии и Европе, была она отмечена в России, в соседних с Китаем Хабаровском крае в 2008 году, Приморье и на Сахалине в 2014 году. (<https://scientificrussia.ru/articles/v-soci-obnaruzen-novyj-vreditel-rastenij>).

Вредитель питается на гибискусе сирийском (его сортах и гибридах), гибискусе изменчивом, различных видах липы, а также поедает яблоню, сливу и свеклу, поэтому пострадает не только городская растительность, но и сельское хозяйство. Учитывая, что азиатская огневка относится к тропическим чешуекрылым, цикл которых зависим от температурного фактора, в условиях черноморского побережья этот фитофаг может давать от 1 до 3 поколений за год. Однако биология вредителя в нашем регионе нуждается в уточнении.

Материалы и методы. Материалом для данной работы, помимо анализа литературных данных, послужили полевые сборы Азиатской огневки *Haritalodes basipunctalis* Bremer, выявление которой осуществлялось в ходе проводимого с 2021 по 2022 г. фитосанитарного мониторинга насаждений. Энтомологический материал собирался в пробирки и этикетировался. Собранные куколки и гусеницы дорастивались в лабораториях. Бабочки помещались на несколько часов в морозильную камеру для умерщвления, затем были идентифицированы с помощью стереоскопического микроскопа (стереомикроскоп) Ломо МСП-1 (вариант 2).

Признаки поражения – рыхлые, объединенные и обесцвеченные комки листьев, наполненные многочисленными экскрементами вредителя, а по периферии крон кустов гибискуса опутаны паутиной (рисунки 1). Собранные гусеницы дорастивались до куколок в лабораторных условиях (рисунки 2), вылетевшие бабочки были определены нами как вид Азиатская огневка *Haritalodes basipunctalis* Bremer (рисунки 3). Такой же очаг был обнаружен в парковой зоне Института экологии Академии наук Абхазии на гибискусе сирийском.



Рисунок 1. Повреждение листа кормового растения гибискуса садового и гусеница азиатской огневки, с. Цкуара, 2022 г.

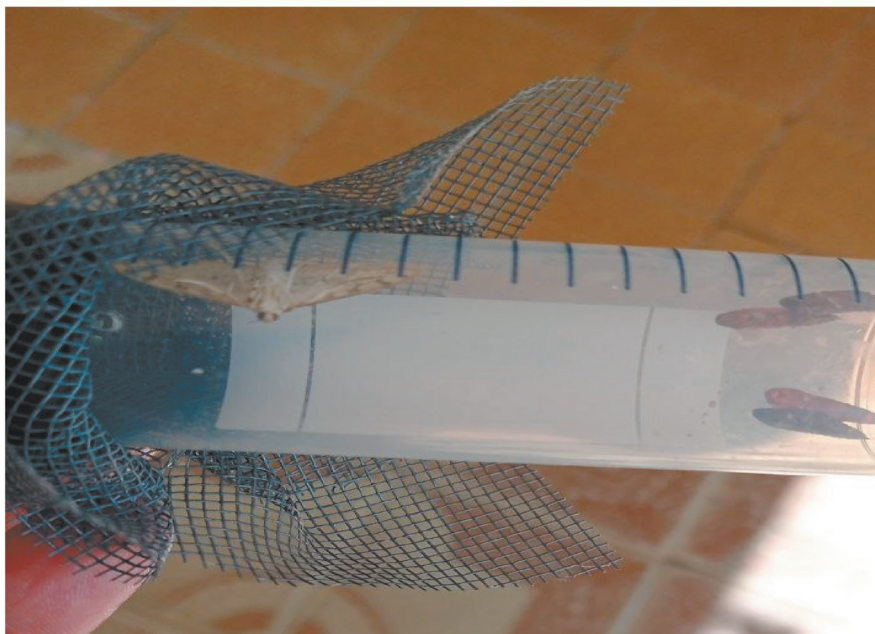


Рисунок 2. Доращивание гусениц до бабочек в условиях лаборатории, г. Сухум, Институт экологии АНА



Рисунок 3. Бабочка азиатской огневки, г. Сухум,
Институт экологии АНА

Результаты и обсуждение

Вопрос инвазии пока остается открытым, но можно предположить, что огневка могла попасть в Сочи, а затем и в Абхазию с активизировавшимися транспортными потоками с российского Дальнего Востока и восточной Азии.

В 2021–2023 годах в обнаруженных очагах мы проводили наблюдения за биологией этого насекомого в естественных условиях. На протяжении этих лет азиатская огневка благополучно перезимовала в наших климатических условиях, и в третьей декаде июня мы наблюдали первые повреждения на растениях, нанесенные гусеницами. Гибискусы изъедены были очень сильно, листовая пластинка уничтожена до жилок, а порой и до усыхания отдельных ветвей. Это указывает на высокую агрессивность вредителя, и подтверждением тому – стремительность питания огневки.

Заключение

В годы исследований с 2021 по 2023 г. на территории Республики Абхазия был обнаружен новый вид для нашей энтомофауны – азиатская огневка *Haritalodes basipunctalis* Bremer. Численность этого насекомого на кормо-

вых растениях в годы наблюдений была высокая, и это может привести к значительным повреждениям вплоть до усыхания декоративных культур. Следующим этапом исследования будет дальнейший мониторинг и изучение эффективности современных средств защиты растений от нового фитофага.

Литература

<https://scientificrussia.ru/articles/v-soci-obnaruzhen-novyj-vreditel-rastenij>
<https://bloknotsochi.ru/news/sochinskiy-gibiskus-stradaet-ot-aziatskikh-baboche-1382894>

Н. Т. Голанзиа, Ж. Л. Топчиан

АЗИАТӘИ АҘАРҘАЛ (*HARITALODES BASIPUNCTALIS* BREMER) – АҘСНЫ ИАХЪАҘАНАКУА ИҘЫЦУ АИНВАЗИВТӘ ХКЫ

Аннотация. Астатиаҕы иаагоун Азиатәи аҗарҗал *Haritalodes basipunctalis* Bremer (раҗхъаза акәны Амшын Еиқәа аҕықә аҕы игәатан 2021 шықәсазы Шәача ақалақь, иара убас Аҗсны иахъаҗанакуа) аинвазивтә хкы ҕыц иазку атҕаара алҕиәақәа.

Ихадароу ажәакәа: азиатәи аҗарҗал, ахәац, аҗхаста кәзҕо, ахылаҗира атара, Аҗсны.

N. T. Golandziya, Z. L. Topchan

ASIAN FIREFLY (*HARITALODES BASIPUNCTALIS* BREMER) – A NEW INVASIVE SPECIES ON THE TERRITORY OF ABKHAZIA

Annotation. The Asian firefly *Haritalodes basipunctalis* Bremer was first registered on the Black Sea coast in 2021 in the city of Sochi, as well as on the territory of Abkhazia. The pest feeds on Syrian hibiscus (its varieties and hybrids), variable hibiscus, various types of lime, and also eats apple, plum and beet, so not only urban vegetation will suffer, but also agriculture. Considering that the Asian firefly belongs to tropical lepidoptera, the cycle of which depends on the temperature factor; in the conditions of the Black Sea coast, this phytophagus can give from 1 to 3 generations per year. However, the biology of the pest in our region needs to be clarified.

Keywords: Asian firefly, caterpillar, pest, monitoring, Abkhazia

АМЕДИЦИНА-БИОЛОГИАТӘ, АҚЫҒАНХАМФАТӘ
ТҒААРАДЫРРАҚӘИ АДГҒЫЛ ИАЗКУ
АТҒААРАДЫРРАҚӘИ • МЕДИКО-
БИОЛОГИЧЕСКИЕ, СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ
НАУКИ И НАУКИ О ЗЕМЛЕ

АМЕДИЦИНА • МЕДИЦИНА

Л. О. Ахуба, Н. В. Добаджян, В. Г. Джинджолия,
А. А. Алексян, Р. Р. Джикирба, М. Д. Тванба,
Л. В. Гамгия, Э. Н. Аргун, Э. Ф. Киласония,
Н. В. Шервашидзе, В. И. Авидзба, З. Я. Миквабия

АКТИВНОСТЬ ВНУТРИКЛЕТОЧНЫХ ФЕРМЕНТОВ
У ОБЕЗЬЯН В СРАВНИТЕЛЬНО ВИДОВОМ
И ВОЗРАСТНОМ АСПЕКТАХ

Аннотация. Основная цель работы заключается в установлении уровня активности внутриклеточных ферментов в сыворотке крови двух видов обезьян питомника ГНУ ИЭПИТ в сравнительно-возрастном аспекте. Определяли следующие показатели: активность аланинаминотрансферазы, аспаратаминотрансферазы, лактатдегидрогеназы и альфа-амилазы. Были обследованы макаки резус ($n = 94$) и павианы гамадрилы ($n = 76$), разделенные на четыре возрастные группы: неполовозрелые, молодые половозрелые, зрелого и старшего возраста. В результате работы установлено, что для обезьян двух видов нет возрастных отличий для трансаминаз и лактатдегидрогеназы, в то время как для уровня активности альфа-амилазы у макак резус выявлено возраст-ассоциированное повышение. Выявлены статистически значимые межвидовые отличия АСТ, ЛДГ и альфа-амилазы. Полученные в результате работы данные позволяют установить референсы для этих двух видов и более качественно планировать эксперимент на стадии отбора животных.

Ключевые слова: макаки резус, павианы гамадрилы, внутриклеточные ферменты, биохимия, референсы.

Введение

Актуальность работы обусловлена особенностями выявленных ранее отличий некоторых лабораторных параметров у обезьян от референсов че-

ловека (*Chen 2009; Schuurman 2004*). Цель – в установлении особенностей активности внутриклеточных ферментов у обезьян в сравнительно-видовом и возрастном аспектах.

Сегодня экспериментальное и производственное стадо ГНУ ИЭПиТ АНА состоит в основном из макак резусов и павианов гамадрил, в связи с чем большинство экспериментов проводится именно на этих двух видах животных. Особое внимание уделяется соматическому состоянию особей, для оценки которого необходимо установление межвидовых и возрастных особенностей активности внутриклеточных ферментов, а также – установление закономерностей для дальнейшей экстраполяции на человека, полученных в экспериментах данных.

Материалы и методы. Материалом для исследования служила сыворотка крови обезьян двух видов: макаки резус ($n = 94$) и павианы гамадрилы ($n = 76$). Все приматы были разделены на четыре возрастные группы: неполовозрелые, молодые половозрелые, зрелого и старшего возраста. Распределение макак резус представлено в таблице 1, а павианов гамадрил – в таблице 2.

В ходе работы определяли следующие биохимические параметры: активность аланинаминотрансферазы (АЛТ), аспартатаминотрансферазы (АСТ), лактатдегидрогеназы (ЛДГ) и альфа-амилазы. Использовали реактивы фирмы «Витал» на полуавтоматическом биохимическом анализаторе StatFax 4000.

Статистическая обработка проводилась с использованием программы StatTech v. 3.1.6. В случае отсутствия нормального распределения количественные данные описывались с помощью медианы (Me) и нижнего и верхнего квартилей (Q1 – Q3). Категориальные данные описывались с указанием абсолютных значений и процентных долей. Сравнение трех и более групп по количественному показателю, распределение которого отличалось от нормального, выполнялось с помощью критерия Краскела – Уоллиса, апостериорные сравнения – с помощью критерия Данна с поправкой Холма.

Направление и теснота корреляционной связи между двумя количественными показателями оценивались с помощью коэффициента ранговой корреляции Спирмена (при распределении показателей, отличных от нормального). Прогностическая модель, характеризующая зависимость количественной переменной от факторов, разрабатывалась с помощью метода линейной регрессии.

Таблица 1

Количество обследованных макак резус, распределенных по возрастным категориям

Возрастная группа	Абс.	%	Возраст, годы
Молодые половозрелые	45	47,4	От 4 до 11
Зрелого возраста	37	38,9	От 12 до 19
Старшего возраста	12	12,6	От 20 до 30

Таблица 2

Количество обследованных павианов гамадрил, распределенных по возрастным категориям

Возрастная группа	Абс.	%	Возраст, годы
Неполовозрелые	31	40,8	До 4
Молодые половозрелые	29	38,2	От 5 до 12
Зрелого возраста	10	13,2	От 13 до 19
Старшего возраста	6	7,9	От 20 до 27

Результаты и обсуждение. В результате работы нами получены данные по активности АЛТ и АСТ, представленные в таблицах 3 и 4 соответственно.

Таблица 3

Активность АЛТ у макак резус в зависимости от возраста

Возрастная группа	АЛТ (Е/л)			p
	Me	Q ₁ – Q ₃	n	
Молодые половозрелые	26,20	19,50 – 54,30	45	0,346
Зрелого возраста	37,70	26,25 – 57,65	35	
Старшего возраста	37,75	28,53 – 47,85	12	

Таблица 4

Активность АЛТ у макак резус в зависимости от возраста

Возрастная группа	АСТ (Е/л)			p = 0,106
	Me	Q ₁ – Q ₃	n	
Молодые Половозрелые	36,00	26,90 – 47,15	43	p = 0,106
Зрелого возраста	41,20	34,90 – 50,50	37	
Старшего возраста	33,15	28,95 – 49,55	12	

Анализ показал, что в различных возрастных группах не выявлено статистически значимых отличий в активности трансаминаз. В таблице 5 представлены данные активности ЛДГ.

Таблица 5

Активность ЛДГ у макак резус в зависимости от возраста

Возрастная группа	ЛДГ (Е/л)			P=0,459
	Me	Q ₁ – Q ₃	n	
Молодые половозрелые	679,70	527,40 – 1133,00	37	P=0,459
Зрелого возраста	780,65	532,60 – 967,90	16	
Старшего возраста	747,00	680,00 – 772,65	3	

При сопоставлении ЛДГ в зависимости от возрастной группы нам не удалось установить статистически значимых различий ($p = 0,459$) (используемый метод: Критерий Краскела – Уоллиса).

Далее нами был проведен сравнительный анализ альфа-амилазы в возрастном аспекте (таблица 6).

Таблица 6

Активность альфа-амилазы у макак резус в зависимости от возраста

Категории	амилаза (Е/л)			P = 0,106
	Me	Q ₁ – Q ₃	n	
Молодые половозрелые	488,85	356,30 – 692,73	44	P = 0,106
Зрелого возраста	904,90	373,10 – 1223,00	37	
Старшего возраста	1004,50	576,90 – 1326,25	12	

При сравнении амилазы в зависимости от возрастной группы нам также не удалось выявить значимых различий ($p = 0,106$) (используемый метод:

Критерий Краскела – Уоллиса). Однако мы провели корреляционный анализ зависимости активности этого фермента от возраста, и он выявил тенденцию к повышению этого параметра (рисунки 1 и 2).

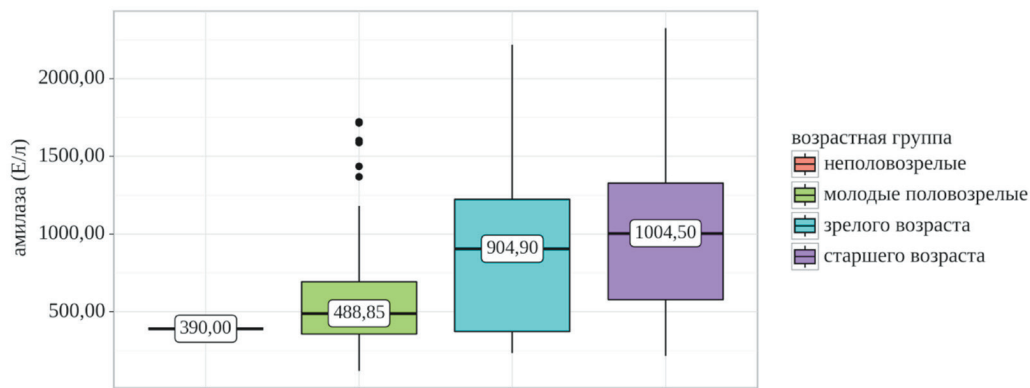


Рисунок 1. Анализ альфа-амилазы в зависимости от возрастной группы

При увеличении возраста на 1 год следует ожидать увеличение амилазы на 32,25 Е/л. Полученная модель объясняет 12,6 % наблюдаемой дисперсии амилазы.

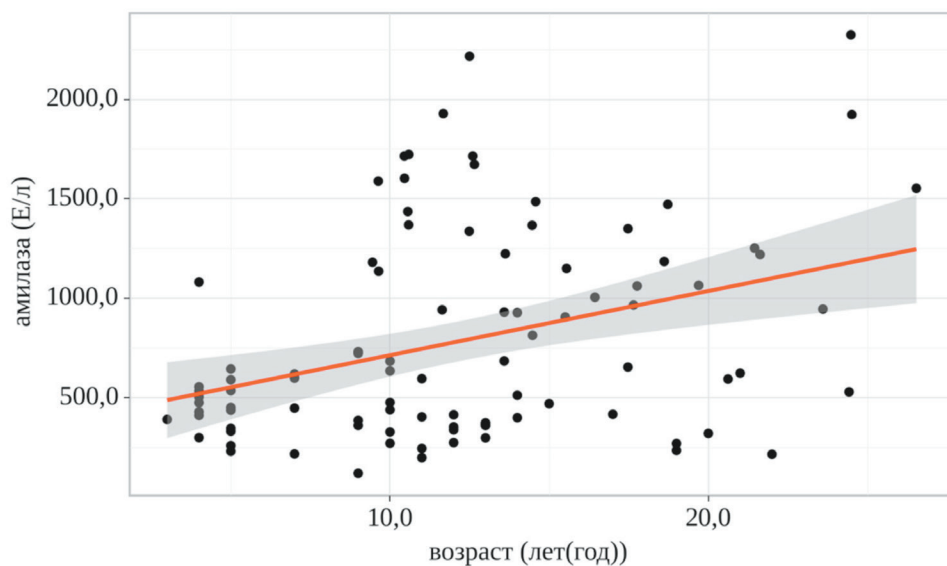


Рисунок 2. График регрессионной функции, характеризующий зависимость альфа-амилазы от возраста

В группе павианов гамадрил был проведен схожий анализ. Результаты представлены в *таблицах 7, 8, 9, 10*.

Таблица 7

Активность АЛТ у павианов гамадрил в зависимости от возраста

Возрастная группа	АЛТ (Е/л)			P
	Me	Q ₁ – Q ₃	N	
Неполовозрелые	30,75	24,85 – 35,72	30	0,163
Молодые половозрелые	34,90	22,50 – 47,80	29	
Зрелого возраста	26,45	19,70 – 36,45	10	
Старшего возраста	56,50	34,97 – 79,07	6	

Таблица 8

Активность АСТ у павианов гамадрил в зависимости от возраста

Возрастная группа	АСТ (Е/л)			P
	Me	Q ₁ – Q ₃	n	
Неполовозрелые	46,25	40,55 – 57,17	30	0,081
Молодые половозрелые	52,90	44,20 – 67,90	29	
Зрелого возраста	41,65	33,98 – 46,52	10	
Старшего возраста	56,55	42,77 – 71,38	6	

При сравнении АЛТ и АСТ в зависимости от возрастной группы нам не удалось установить статистически значимых различий ($p = 0,163$ и $0,081$, соответственно) (*используемый метод: Критерий Краскела – Уоллиса*).

При оценке ЛДГ также не удалось выявить статистически значимых различий ($p = 0,108$) в зависимости от возрастной группы (*используемый метод: Критерий Краскела – Уоллиса*) (*таблица 9*).

Таблица 9

Активность ЛДГ у павианов гамадрил в зависимости от возраста

Возрастная группа	ЛДГ (Е/л)			P
	Me	Q ₁ – Q ₃	n	
Неполовозрелые	1067,60	915,85 – 1381,05	27	0,108
Молодые половозрелые	1003,50	819,90 – 1389,00	27	
Зрелого возраста	800,25	730,95 – 983,97	8	
Старшего возраста	1169,90	1080,25 – 1365,40	4	

При сравнении амилазы в зависимости от возрастной группы не удалось выявить статистически значимых различий ($p = 0,098$) (*используемый метод: Критерий Краскела – Уоллиса*) (таблица 10). Также (в отличие от макак резус) не было выявлено возраст-ассоциированного повышения уровня активности этого фермента.

Таблица 10

Активность альфа-амилазы у павианов гамадрил в зависимости от возраста

Возрастная группа	амилаза (Е/л)			p
	Me	Q ₁ – Q ₃	N	
Неполовозрелые	212,00	165,10 – 267,00	29	0,098
Молодые Половозрелые	254,00	196,47 – 305,85	28	
Зрелого возраста	298,85	269,27 – 323,08	10	
Старшего возраста	209,75	177,15 – 457,07	6	

На втором этапе анализа данных мы провели сравнительный анализ активности ферментов в зависимости от вида.

Таблица 11

Анализ активности АЛТ в зависимости от вида

Категории	АЛТ (Е/л)			p
	Me	Q ₁ – Q ₃	N	
Павианы гамадрилы	34,90	22,50 – 47,80	29	0,561
Макаки резусы	26,20	19,50 – 54,30	45	

При сопоставлении АЛТ в зависимости от вида нам не удалось установить статистически значимых различий ($p = 0,561$) (*используемый метод: U-критерий Манна – Уитни*), однако наблюдалась тенденция к более высокому уровню активности у павианов гамадрил. Был выполнен анализ АСТ в зависимости от вида (представлен в таблице 12).

Таблица 12

Анализ активности АСТ в зависимости от вида

Категории	АСТ (Е/л)			P
	Me	Q ₁ – Q ₃	n	
Павианы гамадрилы	52,90	44,20 – 67,90	29	< 0,001*
Макаки резусы	36,00	26,90 – 47,15	43	

* – различия показателей статистически значимы ($p < 0,05$)

Согласно полученным данным при оценке АСТ в зависимости от вида были установлены существенные различия ($p < 0,001$) (*используемый метод: U-критерий Манна – Уитни*). Активность фермента у павианов была достоверно выше, чем у макак.

Анализ активности ЛДГ в сравнительно-видовом аспекте представлен в *таблице 13*.

Таблица 13

Анализ активности ЛДГ в зависимости от вида

Показатель	Категории	ЛДГ (Е/л)			p
		Me	Q ₁ – Q ₃	n	
Вид	Павианы гамадрилы	1003,50	819,90 – 1389,00	27	0,002*
	Макаки резусы	679,70	527,40 – 1133,00	37	

* – различия показателей статистически значимы ($p < 0,05$)

Исходя из полученных данных, при сопоставлении ЛДГ в зависимости от вида были установлены существенные различия ($p = 0,002$) (*используемый метод: U-критерий Манна – Уитни*): для павианов гамадрил наблюдались более высокие значения активности ЛДГ.

Активность альфа-амилазы у двух видов приматов представлена в *таблице 14*.

Таблица 14

Анализ активности альфа-амилазы в зависимости от вида

Категории	амилаза (Е/л)			P
	Me	Q ₁ – Q ₃	n	
Павианы гамадрилы	254,00	196,47 – 305,85	28	< 0,001*
Макаки резусы	488,85	356,30 – 692,73	44	

* – различия показателей статистически значимы (p < 0,05)

В соответствии с представленной таблицей при анализе амилазы в зависимости от вида были установлены статистически значимые различия (p < 0,001) (*используемый метод: U-критерий Манна – Уитни*), при этом наблюдается обратная от других ферментов картина: более высокие значения характерны для макаков резус.

В результате работы установлены как возрастные, так и видовые особенности активности уровня внутриклеточных ферментов у двух основных видов приматов, содержащихся в питомнике ГНУ ИЭПиТ АНА. Полученные данные позволят более качественно планировать эксперимент на стадии отбора животных, а также являются важной ступенью в установлении биохимических референсов крови обезьян нашего питомника.

Литература

Chen 2009: Chen Y, Qin S, Ding Y, Wei L, Zhang J, Li H, Bu H, Lu Y, Cheng J. Reference values of clinical chemistry and hematology parameters in rhesus monkeys (*Macaca mulatta*). *Xenotransplantation* 2009; 16: 496–501. 2009 John Wiley & Sons A/S.

Schuurman 2004: Schuurman H-J, Smith HT, Cozzi E. Reference values for clinical chemistry and clinical hematology parameters in baboons. *Xenotransplantation* 2004; 11: 511–516. Blackwell Munksgaard, 2004.

**Л. О. Ахуба, Н. В. Дობаджян, В. Г. Цынцьял, А. А. Алексян,
Р. Р. Цыкырба, М. Д. Тэанба, Л. В. Гамгьян, Э. Н. Аргэын,
Е. Ф. Кьиласония, Н. В. Шервашизе, В. И. Аоэба, З. И. Амқэаб**

**ХКЫЛЕИ ҚӘРАЛЕИ ЕИУЕИЦШЫМ АМААМЫНҚӘА
РЫФНУЦКАХАЦТӘ АКТИВРА АИҒЫРЦШРА**

Аннотация. Астатиа хықжыс иамоуп ААР Аексперименталтә патологияеи атерапиеи ринститут амаамынаазартағы ыкоу амаамынқәа рықәреиҕыр-

ңиратә аспект хшыөзышьтра аҗаны, рыөнүйқахацтә ферментқәа рактивра ашьақәыргыларә. Игәатан анаөстәи арбагақәа: аланинаминотрансферазқәа рактивра, аспартатаминотрансферазқәа, алактатдегидрогеназқәа, альфа-амилазқәа. Аңышиғара зыхтысуаз макак резусқәа ($n = 94$), апавиан гамадрилқәа ($n = 76$) ңшь-гәыңкны еихиан: имиәыц, иңоу ишәхьоу, зығәғәамҗа иҗагылоу, зықәра ыкоу хәа.

Ихадароу ажәақәа: макак резус, апавиан гамадрил, аөнүйқахацтә ферментқәа, абиохимия, ареференсқәа.

L. O. Akhuba, N.V. Dobadzhyan, V. G. Dzhindzholiya, A. A. Aleksyan, Djikirba R. R., M. D. Tvanba, L. V. Gamgiya, E.N. Argun, E. F. Kilasoniya, N. V. Shervashidze, V. I. Avidzba, Z. Ya. Mikvabiya

THE ACTIVITY OF INTRACELLULAR ENZYMES IN MONKEYS IN COMPARATIVE SPECIES AND AGE ASPECTS

Annotation. *The main purpose of the work is to establish the level of activity of intracellular enzymes in the blood serum of two species of monkeys of the IEPIT kennel in a comparative age aspect. The following indicators were determined: the activity of alanine-aminotransferase, aspartate-aminotransferase, lactate dehydrogenase and alpha-amylase. Macaca mulatta ($n = 94$) and Papio hamadryas ($n = 76$) were examined, divided into 4 age groups. As a result of the work, it was found that for monkeys of the two species there are no age differences for transaminases and lactate dehydrogenase. While an age-associated increase was found for the level of alpha-amylase activity in macaca mulatta. Statistically significant interspecific differences of AST, LDH and alpha-amylase were revealed. The data obtained as a result of the work will allow us to establish references for these two species and plan the experiment more efficiently at the stage of animal selection.*

Keywords: *macaca mulatta, papio hamadryas, biochemistry, intracellular enzymes, references.*

Е. В. Маркарова, Л. М. Когония

ДЛИТЕЛЬНОЕ СОХРАНЕНИЕ ЭФФЕКТА ИММУНОТЕРАПИИ ПЕМБРОЛИЗУМАБОМ В КАЧЕСТВЕ II ЛИНИИ ЛЕЧЕНИЯ РЕЦИДИВА МЕЛАНОМЫ КОЖИ

Аннотация. *В последние два десятилетия мировое медицинское сообщество является не только свидетелем, но и активным участником глобальной трансформации здравоохранения, происходящей на фоне стремительного развития современных биомедицинских технологий. В рамках данных преобразований выделим несколько в достаточной степени самостоятельных направлений. Большинство из них можно объединить под понятием «персонализированная медицина», и это, послужив объектом дискуссий среди врачей всех специальностей, подчеркивает его несомненную актуальность. Одним из ярких подтверждений тому является стремительный рост числа обзорных публикаций по вопросам персонализированного подхода в медицине.*

Ключевые слова: *злокачественные новообразования, меланома, химиотерапия меланомы кожи, иммунотерапия, пембролизумаб, побочные явления.*

Введение

Специальное системное лечение меланомы, представляющей собой генетически и фенотипически гетерогенную группу опухолей, особенно требует применения персонализированного подхода к терапии (1, 3).

Меланома кожи является самой непредсказуемой из всех известных опухолей и составляет 1–3 % от всех злокачественных опухолей человека. Данный тип неоплазмы характеризуется разнообразием клинической картины, вариабельностью и полиморфностью течения (*Luke JJ et al. 2021; Atkins, Lee Chmielowski et al. 2021; Ascierto PA, Mandala M et al. 2021; Wolchok JD, Chiarion-Sileni V, Gonzalez R, et al. 2021; Nathan P, Hassel JC, Rutkowski P, et al.*).

За последние три десятилетия в лекарственной терапии злокачественной меланомы предложено несколько схем химиотерапии, однако эффективность лечения составила при этом не более 22 %. Чаще заболевание характеризуется бурным течением процесса с быстрой диссеминацией, реже – относительно благоприятным течением с длительным временным

промежутком (годы) от момента возникновения первичной опухоли до начала метастазирования. Возможности генно-молекулярной диагностики позволили получить в лечении меланомы впечатляющие результаты.

Именно меланома – опухоль, открывшая в клинической онкологии дорогу абсолютно новому классу противоопухолевых иммунно-онкологических препаратов (*Lipson EJ, Tawbi HAH, Schadendorf K, et al. 2021; Journal of Clinical Oncology 2021; Larkin J, Sarnaik A, Chesney JA, et al. 2021; Nathan P, Hassel JC, Rutkowski P. et al. 2021; Schadendorf, Hodi et al. 2015*). Стало понятно, что в патогенез меланомы вовлечены онкогены и гены-супрессоры, входящие в состав различных сигнальных каскадов. В 75 % случаев при меланоме кожи наблюдается гиперактивация сигнального пути RAS/RAF/MEK/ERK. Важнейшим генетическим событием в меланоме является активация сигнального пути PI3K-AKT-mTOR (*Luke JJ et al. 2021; Atkins, LeeChmielowski et al. 2021; Ascierto PA, Mandala M et al. 2021; Wolchok JD, Chiarion-Sileni V, Gonzalez R, et al. 2021; Строяковский, Абрамов 2021*). Вышеуказанная активация сигнального пути повышается с увеличением стадийности меланомы. Спектр хромосомных нарушений и активирующих мутаций, формирующих различные молекулярные портреты опухоли, отличается в меланоме различной локализации: так, в меланоме поверхностных слоев кожи доминируют мутации в генах BRAF (50 %), NRAS (20 %), причем мутации NRAS характерны для опухолей на участках кожи, подверженных инсоляции. Активирующие мутации KIT выявляют в 20–30 % случаев меланомы акральной или мукозальной локализации, а также в меланоме, возникшей в результате ультрафиолетового повреждения кожи (*Rajkumar, Watson 2016; Мазуренко 2016*).

Пембролизумаб представляет собой эффективный и безопасный препарат для терапии метастатической меланомы кожи. Он продемонстрировал эффективность как у больных, не получавших лечения по поводу метастатической меланомы, так и у предлеченных пациентов. Остаются нерешенными вопросы относительно применения Пембролизумаба в отдельных клинических группах. В настоящее время ведется большое количество исследований, которые посвящены изучению оптимальных сочетаний и последовательности применения Пембролизумаба, а также уже имеющихся новых, перспективных лекарственных препаратов. Достижения современной фармакологии и онкологии, блестящий ренессанс иммуноонкологии уже изменили судьбы тысяч больных метастатической меланомой во всем мире, в том числе и в России. Совсем немного времени прошло с момента появления Пембролизумаба на российском фармацевтическом рынке, однако совершенно ясно, что именно вопрос доступности лекарственно-

го препарата и станет основным моментом, ограничивающим широту его применения. В связи с этим прогностические шкалы и индексы могут стать инструментом для подбора пациентов с оптимальным прогнозом на терапию блокаторами PD1. Однако следует помнить, что даже пациенты с плохим прогнозом (пусть и с меньшей вероятностью) могут получить пользу от проведения такой терапии.

Таблица 1

Завершенные клинические исследования Пембролизумаба при меланоме кожи

Исследование	KEYNOTE-001	KEYNOTE-002	KEYNOTE-006
Ссылки	(Robert, Ribas et al. 2016; Ribas, Puzanov et al. 2015)	(Ribas, Puzanov et al. 2015; Hamid, Puzanov et al. 2016; Robert, Schachter et al. 2016)	(Schachter, Ribas et al. 2016)
Фаза	1	2	3
Доза пембролизумаба, мг/кг	2 и 10	2 и 10	10
Число больных в группе (ах) пембролизумаба	655	361(180+181)	556 (279 +277)
Препарат сравнения (да/нет)	нет	ХТ (179 больных)	Ипилимумаб (278)
Линия терапии	1-25% 2 и более - остальные	2(25,6%) 3 и более у остальных	1-65-66 % :2-33-34%
Мутация в гене BRAF	24%	23.3%	35%
Предшествующая терапия anti-BRAF	17%	25%	16-17%
Повышение ЛДГ выше ВГН	38% 29-35%	43-40%.	29-35%
Метастазы в головном мозге	8%	0	8,2-9,7:
PDL>1%	Не приведено	Не приведено	79,8-80,6 %

Объективные от- веты	33%	21-25%	36-37%
Полные ответы на лечение	8%	2-3%	12-13%
Частичные отве- ты на лечение.		19-23%	
Время до ответа на длительность объективного от- вета на терапию	Не приведено	Не приведено	Лечение 86-87 дней
Медиана ВБП.	4 мес./14 мес. (1 -я линия).	2.9 мес. (центр. пересмотр) и 5 мес. по оценке исследователями	5,5-4,1 мес.
Медиана ОВ	24,4/32,2 мес. (1-я линия)	14,7/13,4 мес. /11,0 мес.	Не достигнута

Клинический опыт применения персонализированного лечения меланомы накоплен во многих медицинских учреждениях Москвы, в том числе и в ГБУЗ МО МОНИКИ им. М. Ф. Владимирского.

В настоящей работе мы представляем собственный опыт длительного сохранения эффекта иммунотерапии Пембролизумабом во второй линии лечения пациентки с меланомой кожи.

Пациентка К., 1947 г.р. (75 лет), находится под наблюдением онколога с мая 2018 года, когда при обследовании по месту жительства была выявлена меланома кожи левой голени. В НМНИЦ им. Н.Н. Блохина 15.05.2018 г. было выполнено широкое иссечение меланомы. По данным гистоморфологического исследования: узловая эпителиоидная пигментная меланома кожи; толщина по Бреслоу 5 мм, уровень инвазии по Кларку – 4. Окончательный диагноз установлен 05.2018 г.: меланома кожи левой голени pT4aN0M0, IIb стадия. Адьювантное лечение не проводилось, с 05.2018 г. по 04.2019 г. пациентка находилась под наблюдением районного онколога. 04.2019 г. на фоне стабильного общего удовлетворительного состояния пациентка отметила изменения в виде локального утолщения кожи и зону гиперемии вокруг послеоперационного рубца. Больная обратилась в НМНИЦ им. Н.Н. Блохина, где, учитывая подозрение на рецидив онкологического заболевания, 16.04.2019 г. выполнено широкое иссечение послеоперационного рубца с последующим гистологическим исследованием: в коже узел веретенноклеточной беспигментной меланомы с участками эпите-

лиоидноклеточного строения. В качестве дообследования было проведено молекулярно-генетическое исследование, в результате которого выявлена V600E BRAF мутация. Также проведено УЗ-исследование паховых лимфоузлов и ПЭТ /КТ.

При УЗ-исследовании паховых узлов выявлена гиперплазия слева. По данным ПЭТ/КТ от 20.05.2019 г., на момент исследования получены данные о наличии патологической ткани с гиперметаболической активностью 18F-ФДГ в сигмовидной кишке. Учитывая изменения, зафиксированные при выполнении ПЭТ/КТ, пациентке 02.06.2019 г. проведена колоноскопия, в ходе которой выявлен очаговый катаральный сигмоидит. По данным гистологического исследования от 08.06.2019 г., эрозивный слабоактивный колит.

Решением онкологического консилиума НМНИЦ им. Н. Н. Блохина от 24.08.2019 г. рекомендовано проведение I линии специального системного лечения по схеме: Дабрафениб + Траметиниб, однако в связи с отсутствием препарата по льготному обеспечению по месту жительства пациентке была начата таргетная терапия по схеме: Вемурафениб в дозе 960 мг два раза в сутки в сочетании с Кобинетинибом в дозе 60 мг в сутки.

На фоне таргетной терапии, которая продолжалась с 23.08.2019 г. по 01.12.2019 г. наблюдалось значительное ухудшение качества жизни пациентки: ECOG 2–3, были отмечены слабость, периодические подъемы температуры тела до 39 градусов, дерматологическая токсичность третьей степени, что потребовало редукции дозы препаратов Вемурафениба до 480 мг в сутки. Несмотря на редукцию дозы Веромирафениба, наблюдалось сохранение вышеуказанных нежелательных явлений, что стало причиной отмены проводимой таргетной терапии с 11.12.2019 г.

При контрольном исследовании ПЭТ/КТ от 17.12.2019 г. получены данные о наличии патологической ткани с гиперметаболической активностью 18F-ДГ: в лимфатических узлах (общих подвздошных слева, наружных подвздошных с обеих сторон, в пресакральной клетчатке), что могло соответствовать проявлению рецидива основного заболевания. Изменения, зафиксированные на ПЭТ/КТ, были расценены как отрицательная динамика.

С 12.2019 г. по 01.2020 г. специальная системная терапия не проводилась. В феврале 2020 г. пациентка обратилась за помощью в КДЦ ГБУЗ МО МОНИКИ им. М. Ф. Владимирского в связи с прогрессирующим ухудшением общего состояния: беспокоили выраженная слабость, нетрудоспособность, больная с трудом передвигалась с посторонней помощью,

требовался постоянный патронаж, имело место снижение массы тела на 3 кг, ECOG 2.

Учитывая гистологическое строение опухоли, субъективное и объективное прогрессирование на фоне проведённой ранее таргетной терапии, 11.02.2020 г. пациентке была назначена II линия специальной системной терапии: иммунотерапия препаратом Пембролизумаб в дозе 200 мг x 1 раз в три недели. Через месяц от начала терапии пациентка отметила выраженное улучшение самочувствия и общего состояния: слабость не беспокоила, улучшился аппетит, начала самостоятельно передвигаться в пределах квартиры, масса тела увеличилась на 2 кг, ECOG-1.

Далее, учитывая эпидемиологическую обстановку весной 2020 г., пациентка решила воздержаться от контрольного рентгенологического исследования. Только через четыре месяца (06.2020 г.) от начала терапии Пембролизумабом было проведено контрольное КТ-исследование органов грудной клетки, органов брюшной полости и малого таза, в ходе которого данных за отделенное метастазирование не было получено.

Через 7 месяцев (01.09.2020 г.) с начала терапии Пембролизумабом было проведено контрольное ПЭТ/КТ-исследование. По сравнению с данными от 17.12.2019 г. налицо положительная динамика в виде разрешения гиперметаболической активности в лимфатических узлах (общих подвздошных слева, наружных подвздошных с обеих сторон, в пресакральной клетчатке).

Следующее контрольное исследование было проведено через 11 месяцев (01.2020 г.) с начала терапии Пембролизумабом – очередное контрольное ПЭТ/КТ-исследование: при сравнении с исследованием от 01.09.2020 г. без отрицательной динамики удерживался достигнутый ранее эффект.

Необходимо отметить, что в результате проводимого лечения имело место значительное улучшение качества жизни пациентки в виде выраженного улучшения самочувствия и общего состояния: больная не предъявляет жалоб, полностью обслуживает себя, ECOG-0, самостоятельно передвигается по квартире, пользуется общественным транспортом без сопровождения, самостоятельно приезжает на очередное введение иммунного препарата, совершает длительные прогулки, у нее улучшился аппетит, наблюдается увеличение массы тела на 7 кг, больная самостоятельно приезжает на контрольные осмотры в КДЦ ГБУЗ МО МОНИКИ им. М. Ф. Владимирского.

Последнее ПЭТ/КТ-исследование проведено 20.03.2022 г.: достоверных ПЭТ/КТ данных о наличии активного неопластического процесса на момент исследования не получено.

К настоящему времени период наблюдения за пациенткой на фоне проводимой терапии Пембролизумабом составляет 29 месяцев. В ходе проведения иммунотерапии и динамического наблюдения за пациенткой в течение 29 месяцев проводился постоянный мониторинг самочувствия больной и опрос на предмет наличия нежелательных явлений. Никаких осложнений, нежелательных явлений, связанных с проводимой терапией, не отмечено. Иммунотерапия продолжается по настоящее время.

Таким образом, у пациентки получен эффект от длительного (28 месяцев) применения Пембролизумаба. II линия специального системного лечения, иммунотерапия Пембролизумабом у ослабленной, спродигрессировавшей на таргетной терапии больной со статусом ECOG2 сопровождалась значительным улучшением качества жизни, улучшением общего состояния с изменением статуса по шкале ECOG с 2 до 0 баллов, полной социальной реабилитацией и к выраженному клиническому эффекту с сохранением ответа в течение всего периода наблюдения (27 месяцев после начала иммунотерапии).

В литературе встречается несколько определений, касающихся персонализированной медицины. Приведем лишь несколько наиболее распространенных: 1) по определению Коалиции персонализированной медицины: «Персонализированная медицина – использование новых методов молекулярной диагностики для увеличения эффективности ведения пациентов и определения их предрасположенности к тем или иным заболеваниям»; 2) по определению Президентского совета по науке и технологиям США: «Персонализированная медицина – модель оказания медицинской помощи, учитывающая индивидуальные характеристики каждого пациента»; 3) по определению Национального института рака США: «Персонализированная медицина – подход к медицинской практике, использующий информацию о генетических, биохимических, а также внешних средовых факторах для профилактики, диагностики и лечения заболеваний» (*European Commission Staff Working Document 2013; Kimmel et al. 2013; Table of Pharmacogenomic Biomarkers 2013*).

Литература

Мазуренко 2016: Мазуренко Н.Н. Молекулярно-генетические факторы и маркеры меланомы // Кушлинский Н. Е., Мазуренко Н. Н. (ред.) Молекулярно-генетические маркеры опухолей. Под ред. Немцовой М. В. М.: изд-во РАМН; 2016. С. 85–128.

Строяковский Д.Л., Абрамов 2021: Строяковский Д.Л., Абрамов М.Е., Демидов Л.В. и соавт. Практические рекомендации по лекарственному лечению ме-

ланомы кожи. Злокачественные опухоли: практические рекомендации RUSSCO #3s2, 2021 (Т. 11). 16.

Ascierto PA, Mandala M, Ferrucci PF, et al.: SECOMBIT: The best sequential approach with combo immunotherapy (ipilimumab/nivolumab) and combo target therapy (encorafenib/binimetinib) in patients with BRAF mutated metastatic melanoma: A phase II randomized study. ESMO Congress 2021. Abstract LBA40. Presented September 20, 2021.

Atkins, LeeChmielowski et al. 2021 *DREAMseq*: A phase III trial – ECOG-ACRIN EA6134. ASCO Plenary Series. Abstract 356154. Presented November 16, 2021.

European Commission Staff Working Document 2013: European Commission Staff Working Document «Use of “-omics” technologies in the development of personalized medicine», Brussels, 25.10.2013 SWD (2013), 436 final.

Hamid, Puzanov et al. 2016: Hamid O, Puzanov I, Dummer R, Schachter J, Daud A, Schadendorf D, Blank C, Cranmer LD, Robert C, Pavlick AC et al. Final overall survival for KEYNOTE-002: pembrolizumab (pembro) versus investigator-choice chemotherapy (chemo) for ipilimumab (ipi)-refractory melanoma. *Annals of Oncology*, 2016, 27 (suppl_6): P. 11070–11070.

Journal of Clinical Oncology. 2021 May 20; 39 (15_suppl): 9504-9504. doi:10.1200/JCO.2021.39.15_suppl.9504.

Kimmel et al 2013: Kimmel S. E., et al. A pharmacogenetic versus a clinical algorithm for warfarin dosing // *N. Engl. J. Med.* 2013. № 24 (369). С. 2283–2293.

Larkin J, Sarnaik A, Chesney JA, et al.: Lifileucel (LN-144), a cryopreserved autologous tumor infiltrating lymphocyte therapy in patients with advanced melanoma: Evaluation of impact of prior anti-PD-1 therapy. 2021 ASCO Annual Meeting. Abstract 9505. Presented June 4, 2021.

Lipson EJ, Tawbi HAH, Schadendorf K, et al. 2021: Lipson EJ, Tawbi HAH, Schadendorf K, et al. Relatlimab plus nivolumab versus nivolumab in first-line advanced melanoma: Primary phase III results from RELATIVITY-047 (CA224-047). 2021 ASCO Annual Meeting. Abstract 9503. Presented June 6, 2021.

Luke JJ, Rutkowski P, Queirolo P, et al. 2021: Luke JJ, Rutkowski P, Queirolo P, et al. Pembrolizumab versus placebo after complete resection of high-risk stage II melanoma: Efficacy and safety results from the KEYNOTE-716 double-blind phase III trial. ESMO Congress 2021. Abstract LBA3_PR. Presented September 18, 2021.

Nathan P, Hassel JC, Rutkowski P, et al.: Overall Survival Benefit with Tebentafusp in Metastatic Uveal Melanoma. *N Engl J Med.* 2021; 385 (13): 1196-1206. doi:10.1056/NEJMoa21034

Rajkumar, Watson 2016: Rajkumar S., Watson I.R. Molecular characterization of cutaneous melanoma: creating a framework for targeted and immune therapies. *Br.J. Cancer.* 2016; 115(2): 145–155.

Ribas, Puzanov et al. 2015: Ribas A, Puzanov I, Dummer R, Schadendorf D, Hamid O, Robert C, Hodi FS, Schachter J, Pavlick AC, Lewis KD et al. Pembrolizumab versus investigator-choice chemotherapy for ipilimumab-refractory melanoma (KEYNOTE-002): a randomised, controlled, phase 2 trial. *The Lancet Oncology*, 2015, 16(8): P. 908–918.

Robert, Ribas et al. 2016: Robert C, Ribas A, Hamid O, Daud A, Wolchok JD et al. Three-year overall survival for patients with advanced melanoma treated with pembrolizumab in KEYNOTE-001. Oral presentation on ASCO 2016 Annual Meeting. Journal of clinical oncology: official journal of the American Society of Clinical Oncology, 2016, 34(suppl; abstr 9503).

Robert, Ribas et al. 2016: Robert C, Ribas A, Hamid O, Daud A, Wolchok JD et al. Three-year overall survival for patients with advanced melanoma treated with pembrolizumab in KEYNOTE-001. Oral presentation on ASCO 2016 Annual Meeting. Journal of clinical oncology : official journal of the American Society of Clinical Oncology, 2016, 34(suppl; abstr 9503).

Schachter, Ribas et al. 2016: Schachter J, Ribas A, Long GV, Arance A, Grob JJ, Mortier L, Daud A, Carlino MS, McNeil CM, Lotem M et al. Pembrolizumab versus ipilimumab for advanced melanoma: Final overall survival analysis of KEYNOTE-006. In: 2016 ASCO Annual Meeting: 2016; Chicago, Illinois, USA; 2016: J Clin Oncol 34, 2016 (suppl; abstr 9504).

Schadendorf, Hodi et al. 2015: Schadendorf D, Hodi FS, Robert C, Weber JS, Margolin K, Hamid O, Patt D, Chen TT, Berman DM, Wolchok JD. Pooled Analysis of Long-Term Survival Data From Phase II and Phase III Trials of Ipilimumab in Unresectable or Metastatic Melanoma. Journal of clinical oncology: official journal of the American Society of Clinical Oncology, 2015, 33(17): 1889-1894.

Table of Pharmacogenomic Biomarkers in Drug Labels 2013: U.S. Food and Drug Administration. Table of Pharmacogenomic Biomarkers in Drug Labels. 2013.

Wolchok JD, Chiarion-Sileni V, Gonzalez R, et al. 2021: Wolchok JD, Chiarion-Sileni V, Gonzalez R, et al. Long-Term Outcomes With Nivolumab Plus Ipilimumab or Nivolumab Alone Versus Ipilimumab in Patients With Advanced Melanoma. J Clin Oncol. 2021 Nov 24; JCO2102229. doi: 10.1200/JCO.21.02229. Epub ahead of print. PMID: 34818112.

Е.В. Маркарова, Л.М. Коғония

**АУАФЫ ИЦӘА АКЪЫБАЧМАЗАРА АИҘАШӘАРА П АЦӘАХӘА
АХАСАБАЛА ПЕМБРОЛИЗУМАБ АИММУНОХӘЫШӘТӘРА
АЛҘШӘА КРААМҘА АХЪЧАРА**

Аннотация. Айыхэтэантэи җажэашықэса ирылагзаны амедицинатэ еилазаара наңшыыхақэ акэымкэан, хатала ирылахэуп, ҳаамтэзтэи абиомедицинатэ технологиақэа рыҗиара иабзоураны, агэабзиарахъчараҗы имҗаҗысуа аеыңсахрақэа. Убартэ аеыңсахрақэа рахьтэ хрылацэажэап хазы зеалызкааз ахырхартақэа. Реиҳарак еидкылазар аеуит «ахаҗыркратэ медицина» ҳаа. Уи азйаара аҳақьымцэа рышныңйқа иахылҗиааз аймак-аиҗақьы ишыақнарғэдоит айқак ду шамоу. Амедицинаҗы ахаҗыркратэ знеишыа азэлымҳара шартэ атэы аҳэоит абри азйаара иазку акьыңхьымтэқэа рхыңхьазара ахьырацэахаз.

Ихадароу ажәакәа: *зхаташьа бааңсу ағыңцәырырақәа, амеланома, ауабы ицәа акьыбачмазара ахимахәышәтәра, аиммунохәышәтәра, пембролизумаб, аңырхага кәзјо ацәырыра.*

E. V. Markarova, L. M. Kogoniya

**LONG-TERM PRESERVATION OF THE EFFECT OF
IMMUNOTHERAPY WITH PEMBROLIZUMAB AS A SECOND
LINE TREATMENT FOR RECURRENT SKIN MELANOMA**

Annotation. *Over the past two decades, the medical community around the world has been not only a witness, but an active participant in the global transformation of healthcare taking place against the backdrop of the rapid development of modern biomedical technologies. Of course, within the framework of these transformations, several quite independent directions can be distinguished. However, most of them, one way or another, can be united by the concept of “personalized medicine”, which is the subject of discussion among doctors of all specialties, which emphasizes its undoubted relevance. One of the clearest confirmations of this is the rapid growth in the number of review publications devoted to the consideration of issues of a personalized approach in medicine.*

Keywords: *malignant neoplasms, melanoma, skin melanoma chemotherapy, immunotherapy, pembrolizumab, side effects.*

АБОТАНИКА • БОТАНИКА

А.В. Коськин, С.М. Читанава, В.О. Гулия, М.В. Хишба

ГЕРБАРИЙ КОЛХИДСКОЙ ФЛОРЫ ГНУ «БОТАНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ АНА»

Аннотация: *гербарий Колхидской флоры Сухумского ботанического сада (ныне – Ботанический институт АНА) уникален тем, что виды фонда собраны в Колхидском флористическом рефугиуме во внутротропической Евразии.*

С 1986 года он вошел в мировой каталог гербариев с пометкой «Особо ценный». В статье представлена история создания гербария Колхидской флоры и его состояния на настоящее время.

Ключевые слова: *Сухумский ботанический сад, гербарий, Колхидская флора, рефугиум.*

Введение

Сухумский ботанический сад (ныне – Государственное научное учреждение «Ботанический институт АНА») имеет богатую историю. Был основан в конце 30-х годов XIX века в виде аптекарского огорода студентом Виленского университета В. Багриновским, являвшимся врачом Сухумского военного гарнизона. В 1840 году аптекарский огород и коллекция лекарственных растений расширились настолько, что он был взят на попечение в военное ведомство под названием Сухум-кальский военно-ботанический сад. И с этого времени начинается его исторический отсчет. Южнее от этого аптекарского огорода (Сухум-кальского военно-ботанического сада) располагалось большое, интересное в архитектурном плане здание – пансион М. Ковалевской, которое в последующем переходит в ведение Ботанического сада. Сейчас в нем находятся научные отделы, администрация ГНУ «БИН АНА», а также администрация Института сельского хозяйства.

Ныне в здании Ботанического института, в отдельном изолированном помещении, располагается гербарий уникальной коллекции растений рефугиальной Колхидской флоры.

Результаты и обсуждение

Коллекция растений гербария Колхидской флоры, хранящаяся в ГНУ «БИН АНА», имеет более чем 170-летнюю историю. Однако в связи с не-

однократным переездом гербария и утерей значительной части фондов коллекции точную дату его создания установить невозможно.

Изначально гербарий находился в краеведческом музее (Центральный абхазский гербарий Института краеведения). Периодически продолжалось его пополнение различными исследователями, побывавшими в Абхазии. Первыми коллекторами уже сложившегося гербария были: Петяев С. Я., Воронов Ю. Н. (дед известного абхазского историка). Позже свои сборы здесь хранили Панютин П. С., Малеев В. П., Колаковский А. А., Долуханов А. Г., Сохадзе Е. А., в результате чего с середины 30-х годов XX века коллекция образцов растений значительно увеличилась.

С 1933 года в Абхазском государственном музее под непосредственным руководством Колаковского А. А. начинает формироваться полноценный систематизированный научный гербарий Колхидской флоры, где до 1940-х годов продолжается пополнение фондов. Затем гербарий музея краеведения перемещают в Сухумский субтропический дендропарк со всеми сотрудниками. В годы Второй мировой войны сотрудники отдела ботаники активно занимаются исследованием лекарственных растений для нужд фронта. Гербарий Колхидской флоры состоит из основных таксономических единиц высших растений *Equisetophyta*, *Lucopodiophyta*, *Polypodiophyta* и *Magnoliophyta*, последняя состоит из двух классов: *Magnoliopsida* и *Liliopsida*.

Несмотря на существующие разные филогенетические системы различных авторов А. А. Колаковский отдает предпочтение алфавитной системе, т.е. семейство в пределах основных таксономических единиц, расположенных по алфавиту. В последующем гербарные фонды Ботанического сада продолжают пополнять А. А. Гроссгейм, Д. И. Сосновский. Очень много труда вложили в создание и сохранение гербария А. А. Колаковский, В. С. Яброва-Колаковская, сборами которых он пополнялся начиная с 1933 года до середины 1990-х годов. Позднее с 1950-х годов с созданием отдела ботаники Сухумского ботанического сада АН ГССР в этот процесс включаются сотрудники отдела: А. К. Шакрыл, Е. М. Шенгелия, З. И. Адзинба, Р. В. Лакоба, еще позднее и до сегодняшнего дня продолжают пополнять и сохранять коллекцию гербарного фонда: З. И. Адзинба, С. М. Читанава, М. В. Хишба, В. О. Гулия, А. В. Коськин, Р. С. Агумава, А. В. Читанава, А. Д. Кикория.

С целью продолжения исследования флоры Абхазии и Колхиды, для пополнения гербария сотрудниками отдела проводятся научно-исследовательские экспедиции в различные высокогорные массивы Гагрского, Бзыбского, Кодорского хребтов и другие регионы Республики Абхазия. Также

совместно с сотрудниками Кавказского сектора гербария Ботанического института им. В. Л. Комарова РАН проводились изыскательские работы на вертолете в труднодоступные высокогорья Абхазии (урочище Абац, гора Чыпшыра).

Продолжая исследования флоры Колхиды и пополняя его фонд, наши сотрудники побывали с экспедициями в ботанико-географической провинции Колхиды в Турецкой части, в том числе на северном склоне Понтийского хребта и окрестности Трабзона и Самсуна.

В структуре гербария Колхидский флоры имеется общий гербарий коллекционных образцов, который пополнялся за счет обмена дубликатного фонда со многими гербариями крупных городов бывшего Советского Союза и всего мира: Минска, Киева, Ленинграда, Москвы, Алма-Аты, Китая, Венгрии, о. Тайвань и др., количество гербарных образцов которых насчитывает 13 446.

За короткий период гербарий Колхидской флоры Ботанического сада (ГНУ БИН АН Абхазии) становится на Кавказе научным центром, превратившись, таким образом, в один из крупных ботанических центров бывшего СССР. Сюда приезжали для продолжения изыскательских работ ботаники как со всего Союза, так из стран дальнего зарубежья, чьи научные интересы были связаны с флорой Кавказа, Колхиды и Абхазии.

Здесь были частыми гостями ботаники Польши, Венгрии, Болгарии, Германии, Чехословакии, Швейцарии, Кореи, США, которые отмечены в «Журнале регистрации посетителей Колхидского гербария» с 1972 по 2022 год.

В 1986 году случился пожар в здании Института ботаники, в результате чего огнем пожара было уничтожено около 30 % (из 45 тыс. гербарных листов) коллекции, особенно пострадали однодольные и папоротники, стеллажи с коробками которых размещались в коридоре отдела. Фонд гербария удалось спасти силами сотрудников отдела, которые, рискуя жизнью, спасали коллекционный материал буквально по одному гербарному листу. Далее последовал долгий процесс восстановления сгоревших растений из гербарного фонда.

Была поставлена задача руководителем отдела А. А. Колаковским о скорейшем восстановлении в структуре гербария раздела папоротников и однодольных растений. Благодаря усилиям сотрудников коллекция однодольных была восстановлена.

Первые гербарные сборы датируются августом 1874 года. Сборы были сделаны в Кутаисской губернии Срединским Н.К. (*Aspidum Lochnitis* Sw. – Щитник альпийский) (рис.1).

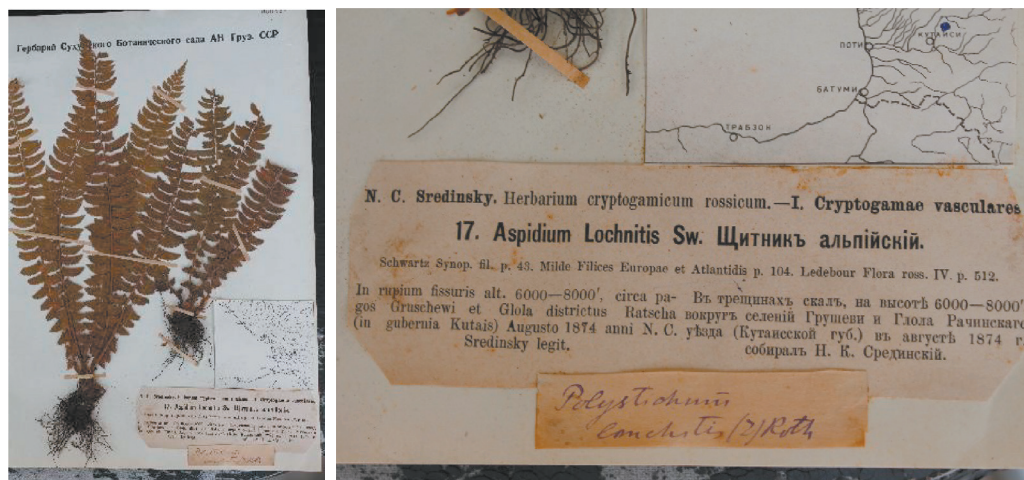


Рисунок 1. Щитник альпийский (гербарный лист, карточка места сбора)

В фондах гербария Колхидской флоры Ботанического института хранятся образцы из личных сборов А. А. Колаковского, датируемые 1925 г. (*Cynoglossum creticum* vill. – Чернокорень критский) (рис.2).

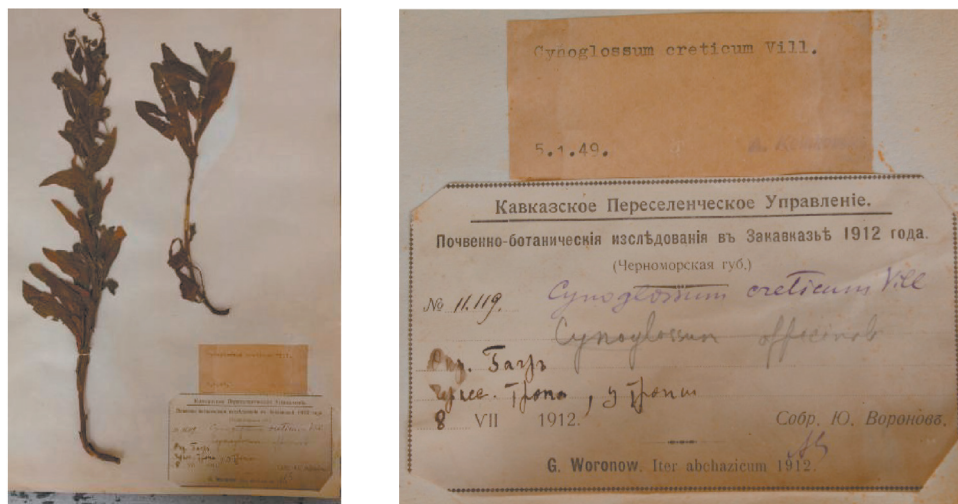


Рисунок 2. Чернокорень критский (гербарный лист, карточка места сбора)

Последняя инвентаризация фонда гербария флоры Колхиды (декабрь 2022 г.) показала, что на сегодняшний день количество гербарных листов составляет 39 224 экземпляров, размещенных в 576 специальных (гербарных)

коробках, в которых сосредоточены 153 семейства, 761 род и 2 187 видов, из которых 83 вида представлены эндемиками абхазской флоры, также в коллекции представлено большое количество эндемиков флоры Колхиды (около 750 видов). В хранилищах гербария наибольшим числом видов представлены семейства: *Compositae*, *Gramineae*, *Rosaceae*, *Umbeliferae*, *Rununculaceae*.

Если до начала грузино-абхазской войны (1992–1993 гг.) часть гербария размещалась в коридорах отдела, то после проведенного ремонта здания института гербарий Колхидский флоры располагается в отдельном помещении. Хранится коллекция в специальных гербарных коробках. Для удобства пользования сотрудниками отдела флоры и растительности создан таксономический указатель в виде брошюры по «Флоре Абхазии». На гербарных этикетках дана информация о месте произрастания растения, включающая страну, географический пункт, краткую экологию, биологию, дату сбора, фамилию коллектора, собравшего данное растение, и фамилию определившего растение.

За короткое время гербарий Колхидский флоры становится на Кавказе научным центром.

Главная проблема всех гербариев – это их сохранность. Для этого один раз в три года проводится их обработка (протравка) специальным раствором – бромэтилом. Также в разное время проводится обработка гербарных листов через термальный шкаф, где температура повышается до 100 градусов. Это нужно для уничтожения яиц различных насекомых, поедающих гербарные растения.

Необходимо отметить еще один важный факт: с 1986 года гербарий Колхидской флоры ГНУ «БИН АНА» высоко оценен научным сообществом и внесен в Международный каталог (реестр) гербариев мира с пометкой «Особо ценный».

Заключение. В настоящее время гербарий продолжает пополняться новыми сборами.

Гербарий Колхидской флоры Государственного научного учреждения «Ботанического института Академии наук Абхазии» достаточно информативен, доступен всем ботаникам и краеведам.

Литература

Адзинба 1987: Адзинба З. И. Эндемы флоры Абхазии. Тбилиси: Мецниерба, 1987. 120 с.

Бер 1971: Бер В. Г. Насекомые-вредители ботанических коллекций и борьба с ними. Л., 1971.

Губаз, Марко 2022: Губаз Э. Ш., Марко Н. В. Этапы становления Сухумского ботанического сада и его взаимодействие с другими ботаническими учреждени-

ями. Вестник АНА. Академия наук Абхазии. № 12. Серия «Естественные науки». Сухум, 2022. С. 164–173.

Павлов, Барсукова 1976: Павлов В. Н., Барсукова А. В. Гербарий. Руководство по сбору, обработке и хранению коллекции растений. М.: изд-во Московского университета, 1976. С. 3–32.

Колаковский 1980: Колаковский А. А. Флора Абхазии. Тбилиси: Мецниерба, 1980, 1982, 1985, 1986.

Ростовцев 1911: Ростовцев С. Как составлять гербарий. Изд. 7-е. М., 1911.

Сосков 1959: Сосков Ю. Д. Приспособление для быстрой сушки в пути растений для гербария // Ботанический журнал. 1959. Т. 44. № 1. С. 56–59.

Читанова 2004: Читанова С. М. Флора Колхиды. Сухум, 2004. С. 5–239.

Приложение 1

Полный список по семействам, родам и видам

- Ordo I. EQUISETOPHYTA (= Dr. linneana C. Christ)
 Сем. EQUISETACEAE G. robertianum (Hoffm.) Newman.
 Род EQUISETUM L.L. (= Dr. robertiana Hoffm.)
 E. arvense L. Род POLYSTICHNUM Roth.
 E. fluviatile L. P. aculeatum (L.) Roth.
 E. pelustre L. P. braunii (Spenn.) Fee.
 E. ramosissimum Desf. P. lonchitis (L.) Roth.
 E. telmateia Ehrh. P. setiferum (Forkai) Moore.
 E. variegatum Schleich. (=P. angulare (Kit. ex Willd.)
 P. woronowii Fom.
 Ordo II. LYCOPODIOPHYTA Сем. ASPLENIACEAE
 Сем. LYCOPODIACEAE Род ASPLENIUM L.
 Род DIPHASIUM C.Presl. A. adiantum-nigrum L.
 D. alpinum (L.) Roth. A. hermani-christi Fomin.
 Род HUPERZIA Bernh. A. pseudolanceolatum Fomin.
 H. selago (L.) Bernh. A. ruta-muraria L.
 Род LYCOPODIUM annatinum L. A. septentrionale (L.) Hoffm.
 L. clavatum A. trichomanes L.
 Сем. SELAGINELACEAE A. trichomanes L.
 Род SELAGINELLA Beauv. A. viride Huds.
 S. selaginoides (L.) Link. A. woronowii H. Christ.
 Ordo III. POLYPODIOPHYTA Род CETERACH DC
 Сем. ADIANTACEAE C. officinarum Willd.
 Род ADIANTUM L. Род PHYLLITIS Hill
 A. capillus – veneris L. Ph. scolopendrium (L.) Newm.
 A. cuneatum Langs. Сем. ATHYRIACEAE
 Сем. ASPIDIACEAE Род ATHIRIUM Roth
 Род DRYOPTERIS Adanson A. distentifolium Tausch.
 D. abbreviata Neum. (=A. alpestre (Hoppe) Rylads)
 D. alexeenkoana Fom. A. filix-femina (L.) Roth.
 D. carthusiana (Vill.) H. P. Fuchs. Род CYSTOPTERIS Bernh
 D. dilatata Aza – Gray. C. fragilis (L.) Bernh.
 D. filix – mas (L.) Schott. C. montana (Lam.) Desv.
 D. pseudo – mas (Wollast) Holub C. regia (L.) Peesl.
 et Pouzer. Род MATTEUCCIA
 Род GYMNOCARPIUM Newman M. struthiopteris (L.) Tod.
 G. dryopteris (L.) Newm.

- (=Struptionteris filicastrum All.)
 Род WOODSIA
W. alpine (Bolton) S. F. Gray
W. fragilis (Trev.) Moore.
 Сем. BLECHNACEAE
 Род BLECHNUM
B. spicant (L.) Sw.
 Сем. CRYPTOGRAMMACEAE
 Род CRYPTOGRAMMA R. Br.
C. crispa (L.) R. Br.
 Сем. HYMENOPHYLLACEAE
 Род HYMENOPHYLLUM m.
H. tunbridgense (L.) Sm.
 Сем. HYPOLEPIDIACEAE
 Род PTERIDIUM Kuhn.
P. aquilinum Kuhn.
 Сем. OPHIOGLOSSACEAE
 Род BOTRYCHIUM Sw
B. lunaria (L.) Sw.
 Род OPHIOGLOSSUM L.
O. lusitanicum L.
O. vulgatum L.
 Сем. OSMUNDACEAE
 Род OSMUNDA L.
O. regalis L.
 Сем. POLYPODIACEAE
 Род ONOCLEA L.
O. sensibilis L.
 Род POLYPODIUM L.
P. australe Fee.
P. vulgare L.
 Сем. PTERIDACEAE
 Род PTERIS L.
P. crateca L.
P. vittata L.
 Сем. SALVINIACEAE
 Род SALVINIA Seguiet
S. natans (L.) All.
 Сем. SYNOPTERIDACEAE
 Род CLEILANTHES Sw.
X. maranthae (L.) Domin.
 Сем. THELYPTERIDACEAE
 Род THELYPTERIS Schmidel
Th. limbosperma (All.) H. P.
 Fuchs.
 (=Dryopteris oreopteris (Ehrh.)
 Max.,
Th. oreopteris (Ehrh.) Sloss.)
Th. palustris Schott.
 (=Dryopteris thelypteris (L.) A.
 Gray)
Th. phegopteris (L.) Sloss
 (=Dryopteris phegopteris (L.) C.
 Christ)
 Ordo IV PINOPHYTA
 Сем. CUPRESACEAE
 Род JUNIPERUS
J. hemisphaerica J. et C. Presl.
 (=J. communis L. subsp.
hemisphaerica (J. et Presl.)
 Nym.; J. pygmaea C. Koch.)
J. oxycedrus L.
J. sabina L.
 Сем. EPHEDRACEAE
 Род EPHEDRA L.
E. vulgaris L.
 Сем. PINACEAE
 Род ABIES Miller
A. nordmanniana (Stev.) Spach.
 Род PICEA A. Dietr.
P. orientalis (L.) Link.
 Род PINUS L.
P. kolchiana Klotzsch.
 (=Pinus sosnowskyi Nakai)
P. pithyusa Stev.
 Сем. TAXACEAE
 Род TAXUS T.
T. baccata L.

Ordo. V MAGNOLIOPHYTA

CLASSIS MAGNOLIATAE

Сем. ACERACEAE

Род ACER L.

- A. campestre L.
- A. cappadocicum Gled.
(=A. laetum C. A. Mey.)
- A. platanoides L.
- A. pseudoplatanus L.
(=A. abchasicum Rupr.)
- A. sosnowskyi A. Doluch.
- A. tataricum L.
- A. trautvetteri Medw.

Сем. ALDROVANDACEAE

Род. ALDROVANDA Monti

- A. vesiculosa L.

Сем. AMARANTHACEAE

Род. AMARANTHUS L.

- A. albus L.
- A. angustifolius Lam.
(=A. graezisans L.)
- A. deflexus L.
- A. hybridus L.
(=A. paniculatus L.)
- A. hybridus L.
- A. lividus L.
- A. retroflexus L.
- A. spinosus L.
- A. viridis L.

Сем. ANACARDIACEAE

Род COTINUS Mill.

- C. coggygria Scop.

Род RHUS L.

- R. coriaria L.

Сем. APOCYNACEAE

Род VINCA L.

- V. pubescens D'Urville.

Сем. AQUIFOLIACEAE

Род ILEX L.

I. colchica Pojark.

Сем. ARALIACEAE

Род HEDERA L.

- H. caucasigena Pojark.
- H. colchica (C. Koch.)C. Koch.

Сем. ARISTOLOCHIACEAE

Род ARISTOLOCHIA L.

- A. clematitis L.
- A. fibriata Chams.
- A. iberica Fisch. et Mey.
- A. pontica Lam.
- A. steupii Woronow.

Род ASARUM L.

- A. caasicum (Ducharte) Kolak.

Сем. ASCLEPIADACEAE

Род ARAUJIA Brot.

- A. serifera Brot.

Род ASCLEPIAS L.

- A. syriaca L.

Род CYNANCHUM

- C. acutum L.

Род GOMPHOCARPUS L.

- G. fruticosus (L.) R. Br.

Род PERIPLOCA L.

- P. graeca L.

Род VINCETOXICUM N.A. Wolf

- V. albovianum (Kusn.) Pobed.
- V. scadendens Somm. et Levier.

Сем. BALSAMINACEAE

Род JMPATIENS L.

- I. noli – tangere L.

Сем. BERBERIDACEAE

Род BERBERIS L.

- B. vulgaris L.

Род EPIMEDIUM L.

- E. colchicum (Boiss.) Trautv.

Сем. BETULACEAE

Род ALNUS Mill.

- A. barbata C. A. Mey.

- (=A. gluglutinosa (L.) Gaertn. var. barbata Ledeb.)
 A. barbata C. A. Mey.
 A. incana (L.) Moench.
 Род BETULA L.
 B. litwinowii Doluch.
 (=B. pubescens auct. fl. cauc. non Ehrh.)
 B. medwedewii Rgl.
 B. megrlica Sosn.
 B. pendula Roth.
 (=B. verrucosa Ehrh.)
 Род CARPINUS
 C. caucasica Grossh.
 (=C. betulus auct. fl. cauc. non L.)
 C. orientalis Mill.
 Род CORYLUS L.
 C. abhasica Kem. Nath.
 C. avellana L.
 C. colchica Alb.
 C. columna L.
 (=C. cervorum V. Petrov)
 C. imeretica Kem.—Nath.
 C. pontica C. Koch.
 Род OSTRYA Scop.
 O. carpinifolia Scop.
 Сем. BORAGINACEAE
 Род AIPIYANTHUS Scop.
 A. pulchera (Roem. et. Schult.)
 Kolac. Comb. Nova
 (=Arnebia pulchera Willd. ex Roemer et Schultes)
 Род ANCHUSA L.
 A. italica Ledeb.
 A. leptophylla Roem. et. Schult.
 (=A. officinalis auct non L.)
 A. ovata Lehm.
 (=Lycopsis orientalis L.)
 Род BRUNNERA Stev.
 B. macrophylla (Bieb.) Johnst.
 (=Anchusa myosotidiflora Lehm.
 B. myosotidiflora Stev.
 Род BUGLOSSOIDES Moench
 B. arvensis (L.) Johnst.
 (=Lithospermum arvensis L.)
 Род CERINTHE L.
 C. glabra Mill.
 (=C. alpina Kit.)
 C. minor L.
 (=C. quinque maculata Wahlenb.)
 Род CYNOGLOSSUM L.
 C. creticum Mill.
 (=C. pictum Ait.)
 C. creticum Mill.
 C. montanum L.
 (=C. germanicum Jacq.)
 C. officinale L.
 C. officinale L.
 Род ECHIUM L.
 E. italicum L.
 (=E. altissimum Jacq.)
 E. lycopsis L.
 (=E. plantagineum L.)
 E. vulgare L.
 Род ERITRICHIMUM Schrad.
 E. caucasicum (Albov) Grossh.
 (=E. villosum (Ledeb.)Bunge var. caucasicum Albov)
 Род HELIOTROPIUM L.
 H. europaeum L.
 Род LAPPULA Gilib.
 L. myosotis Moench.
 (=L. echinata Gilib.)
 Род LITHOSPERMUM L.
 L. officinale L.
 (=L. tenuiflorum L. fil)
 L. purpurea – coeruleum L.
 Род MYOSOTIS L.

- M. alpestris* F.W. Schmidt (=P. mollis Wulf. ex Hornem.)
 Под SOLENANTHUS Ledeb.
M. alpestris F.W. Schmidt *S.biebersteinii* DC.
M. amoena (Rupr.) Boiss. (=Cynoglossum biebersteinii (DC.) Greuter et Burdet)
M. arvensis (L.) Hill. (DC.) Greuter et Burdet)
 (=M. intermedia Link.)
 Под SYMPHYTUM L.
M. arvensis var. *brevipedunculat* *S.asperum* Lepech.
Kuzn. (=S. asperrimum Sims.)
M. caespitosa K.F. Scultz *S. caucasicum* Bieb.
 (=M. laxa Lehm. subsp. *caespitosa* (K.F. Scultz) Hyl. ex Nordh.) *S. grandiflorum* DC.
M. deflexa Khokhr. (=S. abchasicum Trautv., S.
 (=M. arvensis) *cordatum* auct., non Willd.)
M. lazica M. Pop. Под TOURNEFORTIA L.
 (=M. intermedia var. *brevidunculata* *T. sibirica* L.
Kusn.) (=Argusia sibirica (L.) Dandy)
M. micrantha Pall. ex Lehm. Под TRACHYSTEMON D. Don.
 (=M. stricta Link.) *T. orientale* (L.) D. Don
M. ramosissima Rochel. Сем. BUXACEAE
M. sparsiflora Pohl. Под BUXUS L.
 (=M. pseudopropinqua M. Pop.) *B.colchica* Pojark.
M. superalpina Khokhr.. Сем. CAESALPINACEAE
 Под NONEA Medik. Под CASSIA L.
N.intermedia Ledeb. *C.nictitans* L.
 Под OMPHALODES Mill. Сем. CALLITRICHACEAE
O.cappadocica (Willd.) DC. Под CALLITRICHE L.
 (=O. glochidiata Bunge) *C. palustris* L.
O. caucasica Brand. (=C. verna L.)
O. kusnetzowii Kolak. Сем. CAMPANULACEAE
O. lojkae Somm. et Levier Под ANNEA Kolak.
O. rupestris Rupr. *A.hieracioides* (Kolak.) Kolak.
 Под ONOSMA L. Под ASYNEUMA Griseb. et Schenk
O.caucasicum Levin. *A. campanuloides* (Bieb.) Born.
 (=O. stellatum auct. fl. cauc. non (Podanthum campanuloides
 Waldst. et Kit) (Biber.) Boiss.)
 Под PARACYNOGLOSSUM M. Pop. Под CAMPANULA L.
P. imeretinum (Kusn.) M. Pop. *C.albovii* Kolak.
 (=P. glochidiatum Bunge) *C. alliariiifolia* Willd.
 Под PULLMONARIA L. (=C. ochroleuca Kem.-Nat.)
P. mollissima A. Kerner. *C. alliariiifolia* Willd.

- (=C. ochroleuca Kem.-Nat.)
C. alliariifolia Willd.
 (=C. ochroleuca Kem.-Nat.)
C. antiqua (Kolak.) Kolak. et Ser.
C. bzybica Jabr. Kolak.
 (=C. imeretina auct. non Rupr.)
C. calcarea (Albov) Charadze
 (=C. sarmatica Bieb. var. calcarea Albov)
C. dzyschrica Kolak.
 (=C. elatior (Fomin) Grossh.)
C. engurensis Char.
C. fonderwisii Alb.
C. fonderwisii Alb. var. *grandiflora* Kolak.
C. glomerata L.
C. grossheimii Charadze
 (=C. rapunculoides auct. fl. cauc. p. p.)
C. hohenakeri F. et M.
C. irinae A. Kuthat.
C. jadvigae Kolak.
C. kemulariae Fom.
C. kluchorica Kolak.
C. kolakovskiyi Charadze.
C. latifolia L.
C. leskovii Fed.
C. longistyla Fom.
 (=C. sibirica var. major Alb.)
C. megrelica Mand. et Kuth.
C. mirabilis Albov
C. panjutinii Kolak.
C. paradoxa Kolak.
C. rapunculoides L. f. *cordifolia*
C. pendula Bieb.
C. schischkinii Kolak. et Sachok.
C. schistosa Kolak.
C. spaerocarpa Kolak.
C. sphaerocarpa Kolak. var. *multiflora* Kolak.
- C. symphytifolia* (Albov) Kolak.
 (=C. takhtadzhianii Fed.)
C. woronowii Charadze.
- РОД GADELLIA Schulkina
G. lactiflora (Bieb.) Schulkina
 (=Campanula lactiflora Bieb.)
- РОД HEMISPAERA Kolak.
H. alpigena (K. Koch) Kolak.
H. anomala (Fom) Kolak et. Serd
H. aucheri (DC) Kolak. s. lata
 (=Campanula aucheri DC)
H. cilicata (Stev.) Kolak.
 (=Campanula cilicata Stev.)
H. circassica (Fom.) Kolak.
 (=Campanula circassica Fom.)
H. hypopolia (Rtaut.) Kolak.
H. radcheneis (Char.) Kolak.
H. saxifraga (Bieb.) Kolak.
 (=Campanula saxifraga Bieb.)
H. tridentata (Shreb.) Kolak.
 (=Campanula tridentata Shreb.,
C. Tridens Rupr.)
- РОД LEGOUSA Durand.
L. falcata (Ten.) Fritsch.
- РОД MZYMTELLA Kolak.
M. sclerophylla Kolak.
- РОД NEOCODON Kolak. et Serd
N. hemschinicus (C. Koch) Kolak.
 et Serd.
N. lambertianus (ADC) Kolak.
 et Serd.
N. ponticus (Alb.) Kolak. et Serd.
N. stevenii (Bieb.) Kolak. et Serd.
- РОД PSEUDOCAMPANULA Kolak.
P. dzaaku (Albov) Kolak.
 (=Campanula dzaaku Albov)
- СЕМ. CANNABACEAE
 РОД CANNABIS L.
C. sativa L.

- Род HUMULUS L.
H. lupulus L.
 Сем. CAPRIFOLIACEAE
 Род LONICERA L.
L. caprifolium L.
L. caucasica Pall.
L. japonica Thunb.
 Род SAMBUCUS L.
S. ebulus L.
S. nigra L.
 Род VIBURNUM L.
V. lantana L.
 (= *V. tomentosa* Lam.)
V. opulus L.
V. orientale Pall.
 Сем. CARYOPHYLLACEAE
 Род AGROSTEMMA L.
A. githago L.
 (= *A. githago* var. *linicola* (Terech.)
 Hammer)
 Род ARENARIA L.
A. leptoclados (Reichb.) Guss.
 (= *A. serpyllifolia* L. var.
leptoclados Reichenb.)
A. lychnidea Bieb.
 (= *Eremogone lychnidea* (Bieb.)
 Rupr.)
A. lychnidea Bieb.
 (= *Eremogone lychnidea* (Bieb.)
 Rupr.)
A. rotundifolia Bieb.
 (= *A. ovalifolia* somm. et Lev.,
A. rotundifolia var. *colchica*
 Albov.)
A. serpyllifolia L.
 (= *A. serpyllifolia* subsp.
leptoclados (Reicheud.) Gelak.)
 Род CERASTIUM L.
C. argenteum Bieb.
C. arvense L.
C. davuricum Fisch.
 (= *C. hemschianicum* Schischkin)
C. fontanum Baumg.
 (= *C. caespitosum* Gilib.,
C. holostoides Fries)
C. glomeratum Thuill.
C. holosteoides Fries.
C. oreades Schischk.
C. polymorphum Rupr.
 (= *C. ovatum* Boiss., non Hoppe,
C. latifolium Boiss., non L.
C. subsimile Schischk)
C. ponticum Albov.
C. ponticum var. *glabratum*.
C. purpurascens Adams.
 (= *C. purpurascens* subsp.
parviflorum (Trautv.) I. Sokolova)
C. sosnowskyi Schischk
 (= *C. banaticum* auct. p. p.)
C. tauricum Spreng.
 Род DIANTHUS L.
D. abchasicus Gvin.
 (= *D. discolor* auct. fl. abch.)
D. armeria L.
D. barbatus L.
D. charadzeae Gagn. et
 Gviniashvili
D. cretaceus Adams.
 (= *D. petraeus* Bieb.,
D. liboschitzianus Ser.)
D. imereticus (Rupr.) Schischk
 (= *D. montanus* f. *imeretica*
 Ruprecht)
D. ketzhoveli Makaschwili
D. kusnetzovii Marcovicz.
D. multicaulis Boiss. et Huet.
D. orientalis Adams.
 (= *D. orientalis* subsp. *stenjcalis*
 (Boiss) Rech. fil.)

- D. ruprechtii* Schischk.
 Род DICHODON L.
D. cerastoides (L.) Reichenb.
 (=Cerastium cerastoides L)
 Род GYPSOPHILA L.
G. elegans Bieb.
G. silenoides Rupr.
 (=G. capillipes Freyn et Sint)
G. tenuifolia Bieb.
G. tenuifolia Bieb.
 Род MINUARTIA L.
M. abchasica Schischk.
M. aizoides (Bieb.) Bornm.
M. biebersteinii (Rupr.) Schischk.
 (=Alsine biebersteinii Rupr.)
M. circassica (Albov) Woronow
 (=M. caucasica (Adam.) Mattf.
 non. illegit)
M. colchica Char.
M. hybrida
 (=M. tenuifolia (L.) Hiern subsp.
 hybrida (Vill.) Mattf.)
M. imbricata (Bieb.) Woronow
 (=Alsine imbricata C. A. Mey)
M. oreina (Mattf.) Schischk.
 (=M. recurva (All.) Schinz et
 Thell. subsp. oreina (Mattf.)
 Mc Neill)
M. rhodocalyx (Albov) Woronow
M. setaceae (Thuill.) Hayek.
M. subuniflora (Albov) Woronow
 (=Alsine subuniflora Albov)
M. verna (L.) Hiern.
 (=M. gerardii (Willd.) Fritsch)
 Род MOEHRINGIA Moench
M. trenervia (L.) Clairv.
 Род MYOSOTON Moench
M. aquaticum (L.) Moench
 (=Malachium aquaticum(L.) Fries)
- Род PETRORHAGIA
P. prolifera (L.) P.W. Ball. et
 Heywood
 (=Kohlrauschia prolifera (L.)
 Kunth., Tunica prolifera (L.)
 Scop.)
P. saxifraga (L.) Link
 (=Tunica saxifraga (L.) Scop.)
P. saxifraga (L.) Link
 (=Tunica saxifraga (L.) Scop.)
 Род POLYCARPON Loeffl. ex L.
P. tetraphyllum (L.) L.
 Род SAGINA L.
S. apetala Ard.
 (=S. apetala subsp. erecta
 (Hornem.) F. Herm.)
S. oxisejala Boiss.
S. procumbens L.
S. saginoides
 (=S. micrantha Bunge)
 Род SAPONARIA L.
S. officinalis L.
 Род SCLERANTHUS L.
S. annuus L.
 (=S. annuus subsp. polycarpus (L.)
 Thell.)
 Род SILENE
S. uncinatus Schur.
S. alba (Mill.) E. Krause
 (=Melandrium balansae Boiss.,
 Silene balansae Boiss.)
S. alba ss *divaricata* (Reich)
 Walters.
S. alexeji Kolak.
S. chlorifolia Sm.
S. commutate Guss.
 (=S. vulgaris (Moench) Garcke)
S. commutate Guss.
 (=S. vulgaris (Moench) Garcke)

- S. compacta* Fisch. (=S. *subulata* Boeber)
S. euxina (Rupr.) Hend-Mazz
 (=S. *dichotoma* Ehrh. var. *euxina* Rupr.)
S. gallica L.
 (=S. *anglica* L.)
S. italica (L.) Pers.
 (=S. *italica* subsp. *nemoralis* (Waldst. et Kit.) Nym.)
S. italica (L.) Pers.
 (=S. *italica* subsp. *nemoralis* (Waldst. et Kit.) Nym.)
S. lacera (Stev.) Sims.
 (=Oberna *lacera* (Stev.) Ikonn.)
S. lychnidea C. A. Mey.
 (=S. *subuniflora* Somm. et Lev.)
S. multifida (Adam.) Rohrbach.
 (=S. *fibriata* Sims.)
S. noctiflora L.
 (=Melandrium *noctiflorum* (L.) Fries.)
S. panjutinii Kolak.
S. pendula L.
S. physocalyx Ledeb.
 (=S. *odontopetala* Fenzl subsp. *physocalyx* (Ledeb.) Bornm et Gauba)
S. pygmaea Adam.
S. saxatilis Sims.
 (=S. *ruprechtii* Schischk.)
 ПОД SPERGULA L.
S. arvensis L.
 (=S. *vulgaris* Boenn.)
 ПОД SPERGULARIA C.Presl.
S. marina (L.) Griseb.
 (=S. *salina* J. et C. Presl)
 ПОД STELLARIA L.
S. anagaloides C. A. Mey.
S. graminea L.
S. holostea L.
S. media (L.) Vill
 (=S. *neglecta* Weihe, Alsinula *media* (L.) Dostal.)
S. nemorum L.
 (=S. *montana* auct.)
 ПОД VACCARIA N.M.Wolf
V. hispanica (Mill.) Rauschert
 (= *V. pyramidata* Medik.)
 Сем. CELASTRACEAE
 ПОД EUONYMUS L.
E. europaea L.
 (=E. *bulgarica* Velen.)
E. leiophloea Stev.
 (=E. *armasica* Gatsch., E. *ketzhovellii* Gatsch.)
 Сем. CELTACEAE
 ПОД CELTISI.
australis L.
 (=C. *australis* subsp. *caucasica* (Willd) C. C. Townsend)
 Сем. CERATOPHYLLACEAE
 ПОД CERATOPHYLLUM L.
C. demersum L.
 (=C. *oxyacanthum* Cham.)
C. submersum L.
 Сем. CHENOPODIACEAE
 ПОД ATRIPLEX L.
A. prostrate Boucher
 (=A. *patula* auct.)
A. olivieri Moq.
 ПОД CHENOPODIUM L.
Ch. album L.
 (=Ch. *Album* subsp. *virgatum* (Thunb.) Blom)
Ch. ambrosioides L.
 (=Teloxys *ambrosioides* (L.) W. A. Weber)

- Ch. folisum Aschers.
(=Ch. Korshinskyi Litw.)
Ch. hybridum L.
Ch. murale L.
Ch. polyspermum L.
Ch. urbicum L.
- Род KOCHIA L.
K. scoparia (L.) Schrad.
- Род NEOBOTRYDIUM Mold.
N. bortus (L.) Mold.
(=Chenopodium bortus L.)
- Род SALSOLA L.
S. tragus L.
(=S. kali L. subsp. tragus (L.)
Celak.)
- Сем. CISTACEAE
- Род CISTUS L.
C. salviifolius L.
C. tauricus C. Presl.
- Род HELIANTHEMUM Mill.
H. buschii (Palib.) Juz. et Pozd.
(=H. marifolium var. italicum f.
buschii Palibin)
H. chamaesyctus Mill.
H. grandiflorum (Scop.) DC.
(=H. numularium (L.) Mill. subsp.
obscurum (Celak) Holub.
H. barbatum (Thuill.) Gross.)
H. grandiflorum (Scop.) DC.
(=H. numularium (L.) Mill. subsp.
obscurum (Celak) Holub.
H. barbatum (Thuill.) Gross.)
H. grandiflorum (Scop.) DC.
(=H. numularium (L.) Mill. subsp.
obscurum (Celak) Holub.
H. barbatum (Thuill.) Gross.)
H. nitidum Clem.
(=H. grandiflorum (Scop.) DC.
subsp. glabrum (Koch) Holub)
- Сем. CLEOMACEAE
- Род CLEOME L.
C. iberica DC.
(=C. ornithopodioides auct. fl.
URSS non L.)
- Сем. COMPOSITAE
- Род ACHILLEA L.
A. biebersteinii Afan.
(=A. micrantha Willd., non Bieb.)
A. bisserata Bieb.
(=Ptarmica bisserata (Bieb.) DC.)
A. bisserata Bieb.
(=Ptarmica bisserata (Bieb.) DC.)
A. millefolium L.
(=A. submillefolium Klok. et
Krytzka, p. p. incl. typo.)
A. neilreichii Kern
A. nobilis L.
(=A. nobilis L. subsp. neilreichii
(A.Kern) Form.
A. ptarmicifolia (W) Rupreh
Hienrol.
A. setacea Wadst. et Kit.
- Род AETHEOPAPPUS Cass.
A. caucasicus Sosn.
A. vvedenskii (Sosn) Sosn.
- Род AGERATUM L.
A. mexicanum Sims.
- Род ALBOVIODOXA Woron.
A. elegans (Albov) Woron.
- Род AMBROSIA L.
A. aptera DC.
A. artemisiifolia L.
A. trifida L.
- Род ANTENNARIA L.
A. caucasica Boriss
(=A. dioica auct. fl. cauc.)
- Род ANTHEMIS L.
A. altissima L.

- A. cotula* L.
A. euxina Boiss.
A. macroglossa Somm. et Lev.
 (= *A. melanoloma* auct. fl. Abch.)
A. macroglossa Somm. et Lev.
A. marschaliana Willd.
A. saportana Albov.
A. sosnowskyana Fed.
A. subtinctoria Dobrocz.
A. woronowii Sosn.
A. zyghia Woron.
 Род ARCTIUM L.
A. tomentosum Mill.
 (= *A. lappa* L.)
 Род ARTEMISIA L.
A. absinthium L.
A. annua L.
A. austriaca Jacq.
 (= *A. repens* Pall.)
A. chamaemelifolia Vill.
A. vulgaris L.
 Род ASTER L.
A. alpinus L.
A. laevis L.
A. novae – anglica L.
 Род BACCHARIS L.
B. halimifolia L.
 Род BELLIS L.
B. perennis L.
 Род BIDENS L.
B. bipinnata L.
B. oernua L.
B. frondosa L.
B. tripartite L.
 Род CARDUUS L.
C. adpressus C. A. Mey.
 (= *C. colchicus* Albov, *C. multijugus* C. Koch,
C. innocuus Kolak. non C. A. Mey)
C. nutans L.
 Род CARLINA L.
C. biebersteinii Bernh
 (= *C. vulgaris* auct. fl. Abch.)
 Род CARPESIMUM L.
C. abrotanoides L.
C. cernuum L.
 Род CARTHAMUS
C. lanatus L.
 Род CENTAUREA
C. abbreviata (C. Koch) Hand – Mazz.
 (= *C. alutacea* et *C. Phrygia* auct. fl. Colch.)
C. adjarica Albov
C. alutacea Dobrocz.
C. bagadensis Woron.
C. belangeriana
C. cheiranthifolia Willd.
 (= *C. fischeri* Willd.)
C. cyanus L.
C. diffusa Lam.
C. iberica Trev.
C. jacea L. s. I.
C. nigrifimbria (C. Koch) Sosn.
 (= *C. axillaries* Willd.)
C. nigrifimbria (C. Koch) Sosn.
 (= *C. axillaries* Willd.)
C. salicifolia Bieb.
C. solstitialis L.
 Род CEPHALOPHORA L.
C. aromatica Schrad.
 Род CHARDINIA
C. orientalis (Ab.) O. Knetze.
 Род CHAMOMILLA L.
Ch. recutita (L.) Rauschert.
Ch. suaveolens (Pursch.) Rydb.
 (= *Matricaria matricarioides* (Less.) Porter p. p.)

- Род CHODRILLA L.
Ch. juncea L.
- Род CICERBITA L.
C. bourgaei (Boiss.) Beauv.
 (= *C. prenanthoides* auct. fl. Abch. p. p.)
C. deltoidea (Bieb.) Beauv.
C. petiolata (C. Koch) Gagnidze
 (= *C. cacaliifolia* (Bieb.) Beauv.;
Prenanthes pontica (Boiss.)
 Leskov)
- Род CICERBITA L.
C. pontica (Boiss.) Grossh.
C. prenanthoides (Bieb.) Beauv.
C. remosa (Willd.) Beauv.
 (= *Mulgedium albanum* DC.)
- Род CICHORIUM L.
C. intubus L.
- Род CIRSIUM Mill. Emend Scop.
C. abkhasium (Petrak) Grossh.
C. adjaricum S. et L.
C. aggregatum Ledeb.
C. arvense (L.) Scop.
C. caput-medusae Somm. et
 Levier.
C. cephalotes Boiss.
C. chlorocomos Somm. et Levier.
C. echinus (Bieb.) Hand.-Mazz.
C. euxinum Chaadze
 (= *C. arachnoideum* Bieb. v.
incanum Lip.)
C. fominii Petrak.
 (= *C. erythrolepis* auct. fl. Abch.)
C. hipoleacum DC.
C. incanum (S. G. Gnel.) Fisch.
C. kozlowskyanum Petr.
C. kusnecowianum Somm. et Lev.
C. oblongifolium C. Koch.
C. obvallatum (Bieb.) Bieb.
- C. osseticum* (Ad.) Petr.
C. pugnas Somm. et Lev.
 (= *C. horridum*) (Adam) Pet. *C.*
munitum
C. pugnas Somm. et Lev.
 (= *C. horridum*) (Adam) Pet. *C.*
munitum
C. simplex C. A. Mey
C. sosnowskyi Charadze
C. svaneticum Somm. et Lev.
C. sychnosanthum Petrak.
C. tsebeldinum Woronow
 (= *C. lanceolata* x *C. chloracomos*)
C. vulgare (Savi) Ten.
 (= *C. lanceolatus* (L.) Scop.)
- Род CONYZA L.
C. bonariensis (L.) Cronq.
 (= *Erigeron bonariensis* L.)
C. canadensis (L.) Cronq.
 (= *Erigeron canadensis* L.)
C. crispa (Pourr) Cronq.
 (= *Erigeron crispus* Pourr; *E.*
linifolium Willd.)
C. graminifolia Spreng.
 (= *Conyzanthus graminifolius*
 (Spreng.) Tamamsch.)
- Род CREPIS L.
C. abietina (Boiss.) Beauv.
 (= *Prenanthes abietina* (Boiss.)
 Kirp.)
C. glabra Boiss.
 (= *C. rumicifolia* auct non Boiss. *C.*
rumicifolia var *glandulosa* Albov)
C. marschallii (C. A. Mey) F.
 Schultz.
C. pannonica (Jacq.) C. Koch.
 (= *C. rigida* Waldst et Kit.)
C. pontica C. A. Mey.
C. rhoeadifolia Bieb.

- (=Barkhausia rhoeadifolia (Bieb.) Rchb.)
 C. rhoeadifolia Bieb.
 (=Barkhausia rhoeadifolia (Bieb.) Rchb.)
 C. setosa Hall. Fil.
 C. sibirica L.
 Род CRINITARIA Cass.
 C. linosiris (L.) Less
 Род CRUPINA (Pers) DC.
 C. vulgaris Cass.
 Род DICHROCEPHALA L.Her.
 D. integrifolia (L. fil.) Kuntze
 Род DORONICUM L.
 D. macrophyllum Fisch.
 D. orientale Hoffm.
 (=D. caucasicum Bieb.)
 Род ECHINOPS L.
 E. colchicus D. Sosn.
 E. galathicus Freyn.
 Род ERECHTITES Rafin.
 E. valerianifolia (Wolf) DC.
 Род ERIGERON L.
 E. acris L.
 (=E. acer auct.)
 E. annuus (L.) Pers.
 (=Stenactis annua Nees)
 E. caucasicus Stev.
 E. orientalis Boiss.
 E. uniflorus L.
 E. venustus Botsch.
 (=E. pulchellus Wild.)
 Род EUPATORIUM L.
 E. cannabinum L.
 Род EUTHAMIA Nutt.
 E. graminifolia (L.) Nutt.
 Род FILAGO
 F. arvensis L.
 F. eriocephala Guss.
 (=F. germanica L. var. eriocephala Boiss.)
 F. gallica L.
 Род GALATELLA Cass.
 G. dracunculoides (Lam.) Ness.
 Род GALINSOGA Rulz.et Pavon
 G. ciliata (Raf.) Blake.
 (=G. hispida (DC.) Thell.)
 G. parviflora Cav.
 Род GNAPHLIUM L.
 G. affine D. Don.
 (=G. confusum DC.)
 G. caucasicum Somm. et Lev.
 G. luteo-album L.
 G. supinum L.
 G. sylvaticum L.
 Род GROSSHEIMIA Sosn.et Takht.
 G. ossica (C. Koch) Sosn. et Takht.
 (=Centaurea ossica (C. Koch) Boiss.; C. tuba Somm. et Levier.)
 Род GYMNASTER Kitamura
 G. savatieri (Makino) Kitamura
 Род HELIANTHUS L.
 H. tuberosus L.
 Род HELICHRYSUM L.
 H. plicatum (Fisch. et Mey) DC.
 H. polyphyllum Led.
 Род HELMINTOTHECA Zinn.
 H. echiioides (L.) Holub.
 (=Helminthia echinoids (L.) Juss.)
 Род HIERACIUM L.
 H. bauhinia Bess.
 H. bifurcum Bieb.
 H. cardiophyllum Jord.
 (=H. murorum auct.)
 H. erythrocarpum Peter.
 H. hypoglaucum Liyw.
 H. laptariense (Peter.) Juxip
 H. longiscapum (Boiss. et Kotschy) Zahm

- (=H. sabinum var. longiscapum
(Boiss. et Kotschy))
H. macrolepis Boiss.
H. pilosella L.
H. prenanthoides Litw. Et Zahn.
H. pseudobrachiatum Cel.
H. ruprechtii Boiss.
H. simplicicaule Somm. et Levier
(=H. svaneticum Somm. et Levier)
H. svaneticiforme Litw. Et Zahn.
H. umbellatum L.
H. vagum Jord.
H. virgultorum Jord.
(=H. sabaudum auct. non L.)
Род HYPOCHAERIS L.
H. radicata L.
Род INULA L.
I. aspera Poir.
(=I. cordata auct., non Boiss)
I. britannica L.
I. ensifolia L.
I. grandiflora Willd.
I. helenium L.
I. magnifica Lipsky
I. thapsoides (Bieb. ex Willd.)
Spreng.
I. vulgaris (Lam.) Trevisan.
(=I. conyza DC., I. pseudoconyza
Albov)
Род JURIDIUM L.
J. dentatum (Thunb.) Tzvel.
Род JURINEA Cass.
J. arachnoidea Bge.
J. coronopifolia Somm. et Levier.
J. levieri Albov.
J. pumila Albov.
(=J. pumila var. major Albov)
J. sucaulis Fisch. et Mey.
(=J. depressa C. A. Mey var.
pinnatisecta Boiss.)
J. venusta Iljin.
Род JXERIUM L.
J. dentatum (Thunb.) Tzvel.
Род KEMULARIELLA Tamasch.
K. abchasica (Kem.-Nat.) Tamasch.
(=Aster roseus auct. fl. Colch, non
Stev.)
K. caucasica (Willd.) Tamasch.
K. colchica (Albov) Tamasch.
K. tugana (Albov) Tamasch.
Род LACTUCA L.
L. serriola L.
(=L. scaiola L.)
L. tatarica (L.) C. A. Mey.
Род LAMYRA L.
L. echinocephala (Willd.)
Tamasch.
Род LAMYROPSIS (Charadze)
Dittrich
L. sinuate (Trautv.) Ditt.
Род LAPSANA L.
L. adenophora Boiss.
L. communis L.
L. grandiflora Bieb.
L. intermedia Bieb.
L. pinnatisect (Som. et Lev.) Ter.
Род LEONTODON L.
L. caucasicus (Bieb.) Fisch.
L. hastilis L.
L. hastilis var. hispidus (L.) Boiss
Род LEUCANTHEMUM Mill.
L. vulgare Lam.
(=Chrysanthemum leucanthmum
L.)
Род MYCELIS Cass.
M. muralis (L.) Dumort.
(=Lactuca muralis (L.) Fresen)
Род ONOPORDUM L.
O. acanthium L.

- Род OTANTHUS Hoffm. et Link
O. maritimus (L.) Hoffm. et Link
 (= *diotis maritime* (L.) Sm.)
- Род PETASITES L.
P. albus (L.) Gaertn.
P. fominii Bordz.
P. georgicus Manden.
P. hybridus (L.) Gaertn.
P. officinalis
 (= *P. hybridus*)
- Род PICNOMON
P. acarna (L.) Cass.
- Род PICRIS L.
P. pauciflora Willd.
P. strigosa Bieb.
- Род PODOSPERMUM (L.) DC.
P. laciniatum (L.) DC.
- Род PRENANTHES L.
P. purpurea L.
- Род PSEPHELLUS Cass.
P. abchasicus Albov.
 (= *Centaurea abchatica* (Albov) Sosn.)
P. barbeyi Albov
 (= *Centaurea barbeyi* (Albov) Sosn.)
P. buschiorum Sosn.
P. colchicus Sosn.
 (= *Centaurea colchica* (Sosn.) Sosn.)
P. holophyllus Socz. et Liput.
P. kolakovskiyi Sosn..
- Род PTEROTHECA Cass.
P. sancta (L.) C. Koch.
 (= *P. marschalliana* (Reichenb.) Gorler)
- Род PULICARIA Gaertn.
P. dysenterica (L.) Bernh.
 (= *P. uliginosa* Stev.)
- Род PYRETHRUM L.
P. buschianum Sosn.
P. carneum Bieb.
P. corymbosum (L.) Willd.
 (= *Tanacetum corymbosum* (L.) Schultz.)
P. glanduliferum Somm. et Lev.
 (= *P. parthenifolium* var. *peucedanifolia* Sosn.)
P. macrophyllum (Waldst. et Kit.) Willd.
 (= *Tanacetum macrophyllum* (Waldst. et Kit.) Schultz Bip.)
P. marionii Albov
P. parthenifolium Willd.
 (= *Tanacetum parthenifolium* (Willd.) Schultz.)
P. parthenifolium Willd.
 (= *Tanacetum parthenifolium* (Willd.) Schultz.)
P. poteriifolium Ledeb.
 (= *P. ponticum* Albov, *starcianum* Alb.)
P. punctatum (Desr.) Bordz. ex Grossh. et Schischk.
P. roseum (Adam) Bieb.
 (= *P. coccineum* Willd.)
P. sorbifolium Boiss.
- Род REICHARDIA L.
R. glauca Mattews.
 (= *R. dichotoma* (Vahl) Freyn)
- Род RHAGADIOLUS Scop.
R. edulus Gaertn.
- Род SCARIOLOPSIS L.
S. viminae (L.) F. W. Schmidt
- Род SCOLYMUS L.
S. hispanicus L.
- Род SCORZONERA L.
S. seidlitzii Boiss.

- Род *SENECIO* L.
- S. caucasicus* (Bieb.) DC.
(=*Ligularia caucasica* G. Don)
 - S. caucasigenus* Schischk.
(=*S. aurantiacus* auct. fl. Colch. non DC.)
 - S. cladabotrys* Ledeb.
 - S. correvonianus* Albov.
(=*Dolichorrhiza correvoniana* (Abb.) Galushko)
 - S. correvonianus* X *S. taraxacifolius* (Bieb.) DC.
 - S. erraticus* Bertol.
 - S. erucifolius* L.
(=*S. grandidentatus* Ledeb.)
 - S. karjagini* Sof.
 - S. massagetovii* Schischk.
 - S. othonnae* Bieb.
 - S. pandurifolius* C. Koch.
 - S. platyphylloides* Somm. et Lev.
 - S. pojarkovae* Schischk.
(=*S. stenocephalus* Boiss.)
 - S. pojarkovae* Schischk.
(=*S. stenocephalus* Boiss.)
 - S. propinquus* Schischk.
(=*S. jacquinianus* auct. non Rehd., *S. nemoralis* auct. fl. Colch. Non L.)
 - S. pseudoorientalis* Schischk.
(=*S. orientalis* Willd.)
 - S. renifolius* (C. A. Mey) Boiss.
 - S. rhombifolius* (Willd.) Schischk. Bip.
(=*S. platyphyllus* DC.)
 - S. similiflorus* Kolak.
(=*S. platyphylloides* Schischk.)
 - S. sosnovskiyi* Sof.
(=*S. candolleanus* Sosn., *S. glacialis* Mapc.)
 - S. subfloccosus* Schischk.
 - S. taraxacifolius* (Bieb.) DC.
 - S. vernalis* Waldst. et Kit
 - S. vulgaris* L.
- Род *SERRATULA* L.
- S. quinquefolia* Bieb.
- Род *SIGESBECKIA* L.
- S. orientalis* L.
- Род *SILYBUM* L.
- S. marianum* (L.) Gaerth.
- Род *SOLIDAGO* L.
- S. arguta* Ait.
 - S. canadensis* L.
 - S. caucasica* Kem.-Nath.
(=*S. alpestris* auct. fl. cauc., non DC.)
 - S. juncea* Ait.
 - S. neglecta* Torr. et Gray.
 - S. odora* Ait.
 - S. rupestris* Raf.
 - S. turfosa* Woronow.
 - S. virgaurea* L.
- Род *SONCHUS* L.
- S. arvensis* L.
 - S. asper* (L.) Hill.
 - S. oleraceus* L.
 - S. oleraceus* L.
 - S. palustre* L.
- Род *STEVIA* L.
- S. ovata* Willd.
(=*S. paniculata* Lag.)
- Род *TAGETES* L.
- T. minuta* L.
- Род *TARAXACUM* L.
- T. confusum* Schischk.
 - T. officinale* Wigg.
(=*T. vulgare* Schischk.)
 - T. porphyra* Boiss.
 - T. stevenii* (Spreng.) DC.
- Род *TELEKIA* L.
- speciosa* (Schreb.) Baumg.

Род TRAGOPOGON L.

- T. dubius Scop.
(=T. major Jacq.)
- T. graminifolius DC.
- T. reticulatus Boiss. et Huet.

Род TRIPLEUROSPERMUM L.

- T. caucasicum (Willd.) Hayek
(=Chamaemelum caucasicum
(Willd.) Boiss)
- T. inodorum (L.) Sch. Bip.
- T. rupestre (Somm. et Lev.) Pobed.

Род TUSSILAGO L.

- T. farfara L.

Род UROSPERMUM L.

- U. picroides (L.) Scop.

Род XANTHIUM L.

- X. californicum Greene.
- X. occidentale Bert.
- X. spinosum L.
- X. strumarium L.

Род XERANTHEMUM L.

- X. cylindraceum Sibth. et Smith.

Род ZACINTHA Mill.

- Z. verrucosa Gaertn.

Сем. CONVULVACEAE

Род CALYSTEGIA R. Br.

- C. sepium (L.) R. Br.
- C. soldanella (L.) R. Br.
- C. sylvestris (Willd.) Roem. et
Schult.
(=C. sylvatica Waldst. et Kit)
Choisy)

Род CONVULVULUS L.

- C. arvensis L.
- C. cantabrica L.

Род IPOMEA L.

- I. hederacea (L.) Jacq.

Сем. CORNACEAE

Род CORNUS L.

- C. mas L.

Род SWIDA L.

- S. australis (C. A. Mey.) Pojark.
(=Thelycrania australis (C. A. Mey)
Sanadze)
- S. australis (C. A. Mey.) Pojark.
(=Thelycrania australis (C. A. Mey)
Sanadze)
- S. koenigii (Schneid.) Pojark.

Сем. CRASSULACEAE

Род CHIASTOPHYLLUM L.

- Ch. oppositifolium (Ledeb.) Berger.
(=Umbilicus oppositifolius Ledeb.)

Род SEDUM L.

- S. abchasicum Kolak.
(=S. sexangulare Albov, non L.)
- S. acre L.
- S. album L.
- S. caucasicum (Grossh.) A. Bor.
(=S. maximum var. caucasicum
Grossh.)
- S. gracile C. A. Mey.
- S. hispanicum L.
(=S. glaucum Wald.)
- S. involucratum Bieb.
- S. pallidum Bieb.
- S. spurium Bieb.
- S. stoloniferum S. G. Gmel.
- S. tenellum Bieb.

Род SEMPERVIRUM L.

- S. caucasicum Rupr.
- S. pumilum Bieb.

Род UMBILICUS

- U. oppositifolius Ledeb.

Сем. CRUCIFERAE

Род ACACHMENA L.

- A. cuspidate (Bieb.) H. P. Fuchs
(=Erysimum cuspidatum (Bieb.)
DC.)

Род ALLIARIA L.

- A. petiolata* (Bieb.) Cavara et Grande
(=*A. officinalis* Andrz. ex Bierb.)
A. petiolata (Bieb.) Cavara et Grande
(=*A. officinalis* Andrz. ex Bierb.)
- Род ALYSSUM
A. calycinum L.
(=*A. alysodes* (L.) L.)
A. minus Bieb.
A. murale Waldst. et Kit.
A. trichostachyum Rupr.
- Род ARABIDOPSIS Fuchs
A. thaliana (L.) Heynh.
- Род ARABIS L.
A. caucasica Willd.
(=*A. albida* Stev.)
A. colchica Kolak.
A. hirsuta (L.) Scop.
A. hirsuta (L.) Scop.
A. nordmanniana Rupr.
A. sachokiana (N. Busch.) N. Busch.
- Род BARBAREA R. Br.
B. ketzkhovellii Mardalejsch
B. integrifolia DC.
B. minor C. Koch.
B. vulgaris R. Br.
(=*B. arcuata* Rech.)
- Род BERTEREA DC.
B. ascendes C. Koch.
B. incana (L.) DC.
B. mutabilis (Vent.) DC.
- Род BRASSICA L.
B. campestris L.
B. juncea (L.) Czern.
B. napus L.
- Род BUNIAS L.
B. orientalis L.
- Род САКИЛЕ Miller
C. euxina Pobed.
(=*C. maritime* auct. fl. cauc., non Scop.)
C. euxina Pobed.
(=*C. maritime* auct. fl. cauc., non Scop.)
- Род CALEPINA Adans.
C. irregularis (Asso) Thell.
- Род CALLOTHLASPI Meyer
C. abchasicum F. K. Mey
(=*Thlaspi macranthum* N. Busch.)
- Род CAPSELLA L.
C. bursa – pastoris (L.) Medik
- Род CARDAMINE
C. bulbifera (L.) Grantz.
(=*Dentaria bulbifera* L.)
C. hirsuta L.
C. impatiens L.
C. lazica Boiss. et Bal.
C. parviflora L.
C. pectinata Pallas.
C. quinquefolia (Bieb.) Schmalh.
(=*Dentaria quinquefolia* Bieb.)
C. seidlitziana Albov.
C. tenera S. G. Gmel.
C. uliginosa Bieb.
- Род CARDARIA Desv.
C. draba (L.) Desv.
(=*Lepidium draba* L.)
- Род CLYPEOLA L.
C. jonthlaspi L.
- Род CONRINGIA Adans.
C. orientalis (L.) Dumort.
- Род CORONOPUS Zinn.
C. didimus (L.) Smith.
C. squamatus (Forssk.) Aschers.
(=*G. procumbens* Gilib.)
- Род DESCURAINIA Webb. et Berth.
D. sophia (L.) Webb.

- Род DRABA L
 D. brunifolia Stev.
 D. bryoides DC.
 (=D. imbricate C. A. Mey.)
 D. hispida Willd.
 D. imeretica Rupr.
 D. longisiliqua Schmalh.
 D. ossetica (Rupr.) Somm. et Lev.
 D. polytricha Ledeb.
 D. siliquosa Bieb.
 D. subsecunda Somm. et Levier.
- Род EROPHILA DC.
 E. verna (L.) Bess.
- Род ERUCA Mill.
 E. sativa L.
- Род ERYSIMUM L.
 E. aureum Bieb.
 E. repandum L.
- Род EUNOMIA DC.
 E. rotundifolia C. A. Mey.
- Род HESPERIS L.
 H. adzharica Tzvel.
 H. matronalis L.
 H. voronovii N. Busch.
- Род IBERIS L.
 I. oschtenica Charkev.
- Род LEPIDIUM L.
 L. campestre (L.) R. Br.
 L. graminifolium L.
 L. perfoliatum L.
 L. ruderalis L.
 L. sativum L.
 L. texanum Buckley.
- Род LOBULARIA Desv.
 L. maritime (L.) Desv.
- Род LUNARIA L.
 L. annua L.
- Род MICROTHLASPI Meyer
 M. perfoliatum (L.) F. K. Meyer
- (=Thlaspi perfoliatum L.)
- Род MURBECKIELLA Rothm.
 M. huetii (Boiss.) Rot.
- Род NASTURTIUM R. Br.
 N. officinale R. Br.
- Род PACHYPHRAGMA (DC.)
 Reichenb.
 P. macrophyllum (Hoffm.) N. Busch.
 (=Thlaspi latifolium Bieb.,
 T. macrophyllum Hoffm.)
- Род RAPHANUS L.
 R. maritimus Smith.
 R. raphanistrum L.
 R. sativus L.
- Род RAPISTRUM Crantz.
 R. rugosum (L.) All.
- Род RORIPPA Scop.
 R. austriaca (Crantz.) Bess.
 (=Nasturtium austriaca Crantz.)
 R. islandica (Oeder.) Bord.
 (R. palustris (L.) Bess.)
 R. sylvestris (L.) Bess.
 (=Nasturtium sylvestris R. Br.)
- Род SINAPSIS L.
 S. alba L.
 S. arvensis L.
- Род SISYMBRIUM L.
 S. irio L.
 S. lipskyi N. Busch.
 S. officinale (L.) Scop.
 S. orientale L.
- Род STRIGOSELLA Boiss.
 S. africana (L.) Botsch.
 (Malcolmia africana (L.) R. Br.)
- Род THLASPI L.
 Th. arvense L.
 Th. hueii Boiss.
- Род TURRITIS L.
 T. glabra L.

- Сем. CUCURBITACEAE
Род SICYOS L.
S. angulatus L.
- Сем. CUSCUTACEAE
Род CUSCUTA L.
C. australis R. Br.
(=*C. breviflora* Vis.)
C. campestris Juncker.
(=*C. arvensis* var. *calycina* Engelm.)
C. epithymum (L.) L.
C. europaea L.
- Сем. DATISCACEAE
Род DATISCA L.
D. cannabina L.
- Сем. DIPSACACEAE
Род CEPHALARIA L.
C. balcarica E. Busch.
C. calcarea Albov
(=*C. drevipalea* Somm. et Levier)
C. calcarea Albov
(=*C. drevipalea* Somm. et Levier)
C. gigantea (Ledeb.) Bodr.
(=*C. tatarica* Roem. et Schult., *C. caucasica* Litw.)
C. sosnowskyi Kolak.
C. svanetica Kolak.
- Род DIPSACUS L.
D. laciniatus L.
D. pilosus L.
D. strigosus Willd.
- Род KNAUTIA
K. montana (Bieb.) DC.
(=*K. heterotricha* C. Koch., *K. montana* var. *heterotricha* Boiss.)
- Род SCABIOSA L.
S. caucasica Bieb.
S. caucasica Bieb.
S. colchica Stev.
- S. correvoniana* Somm. et Levier.
(=*S. ochroleuca* Albov, *S. calcarea* (Albov) Sulak.)
- S. grisea* (Somm. et Levier.) Grossh.
S. imeretica (Somm. et Levier.) Sulak.
S. letschumensis Kem.-Nath.
S. ochroleuca L.
S. olgae Albov.
S. sosnowskyi Sulak.
S. sosnowskyi Sulak.
S. velenovskyana E. Bobr.
- Род SUCCISA Hall.
S. pratensis Moench.
(=*S. praemorsa* (Gilib.) Asch.)
- Род SUCCISELLA *inflexa* (Kluk.) Beck.
- Сем. DROSERACEAE
Род DROSERAL.
D. anglica Huds.
- Сем. EBENACEAE
Род DIOSPYROS L.
D. lotus L.
- Сем. ELAEAGNACEAE
Род ELAEAGNUS L.
E. angustifolia L.
E. pungens Thunb.
- Род HIPPOPHAE L.
H. rhamnoides L.
- Сем. ELATINACEAE
Род ELATINE L.
E. hydropiper L.
- Сем. EMPETRACEAE
Род EMPETRUM L.
E. causicum Juz.
(=*E. hermaphroditum* (Lge.) Hagerup, *E. nigrum* auct. fl. cauc. non L.)

Сем. ERICACEAE

Род ARBUTUS L.

A. andrachne L.

Род ARCTOSTAPHYLOS Adans

A. caucasica Lipsch.

(=*A. uva-ursi* auct. fl. cauc. non Spreng.)

Род EPIGAEA Takht.

E. gaultheriodes (Boiss. et Bal.) Takht.

Род ERICA L.

E. arborea L.

Род RHODODENDRON

Rh. caucasicum Pall.

Rh. luteum Sweet.

Rh. ponticum L.

Rh. ponticum L. v. *subalpicum* Kvar.

Rh. ponticum L. X Sochadzae.

Rh. ponticum L. X Sochadze, Charadze et Davlianidze.

Rh. smirnowii Trautv.

Rh. ungernii Trautv.

Род VACCINIUM L.

V. arctostaphylos L.

V. myrtillus L.

V. vitis-idaea L.

Сем. EUPHORBIACEAE

Род ACALYPHA L.

A. australis L.

Род CHROSOPHORA Adr. Juss.

Ch. tinctoria (L.) Adr. Juss.

Род EUPHORBIA L.

E. amygdaloides L.

E. boissieriana (Woronow) Prokh.

E. chamaesyce L.

E. esula L.

E. eugeniae Prokh.

E. glaberrima C. Koch.

(=*E. iteophylla* Boiss.)

E. helioscopia L.

E. humifusa Willd.

E. lathyris L.

E. lucida Waldst. Et Kit.

E. macroceras Fisch. et Mey.

E. maculate L.

E. nutans Lagasca.

E. oblongifolia (C. Koch.) C. Koch.

E. palustris L.

E. paralias L.

E. peplis L.

E. peplus L.

E. petrophila C. A. Mey.

E. platyphyllos L.

E. pontica Prokh.

(=*E. pectinata* auct. fl. cauc., non Albov)

E. pubescens Vahl.

E. scripta Somm. et Levier.

E. serrulata Thunb.

(=*E. stricta* L.)

E. squamosa Willd.

E. squamosa var. *abchasica* (Woron.) Boiss.

E. squamosa var. *oligadania* Boiss.

E. terracina L.

E. villosa Waldst. et Kit.

Род LEPTOPUS L.

L. colchicus (Fisch. et C. A. Mey.) Pojark.

(=*Arachne colchica* (Fisch. et C. A. Mey.) Pojark.)

Род MERCURIALIS L.

M. annua L.

M. perennis L.

Сем. FAGACEAE

Род CASTANEA Mill.

C. sativa Mill.

- Род FAGUS L.
F. orientalis Lipsky.
 (= *F. sylvatica* auct. fl. cauc. F. asiatica H. Winkl.)
- Род QUERCUS L.
Q. abchasica G. Woron.
Q. dschorochensis C. Koch.
Q. gagriana Rossin.
Q. hartwissiana Stev.
Q. iberica Stev.
 (= *Q. sessiliflora* Sm. Var. *iberica* Ledeb., *Q. sorocarpa* Woron.)
Q. imeretina Stev.
Q. macranthera F. et M.
Q. peduncula Ehrh.
Q. petraea (Matt.) Lieb.
Q. petraea (Matt.) Lieb.
Q. pontica C. Koch.
Q. woronowii Maleev.
- Сем. FUMARIACEAE
- Род CORYDALIS Medic.
C. alexeenkoana N. Busch
C. alpestris C. A. Mey.
 (= *C. calcarea* Albov)
C. caucasica DC.
 (= *C. alboviana* Steup)
C. conorhiza Ledeb.
C. marschaliana Pers.
C. vittae Kolak.
- Род FUMARIA L.
F. capreolata L.
F. officinalis L.
- Сем. GENTIANACEAE
- Род BLACKSTONIA Huds.
B. perfoliata (L.) Huds.
- Род CENTARIUM L.
C. erythraea Rafin.
 (= *C. umbellatum* Gilib.)
C. pulchellum (Swartz) Druce.
- (= *Erythraea ramosissima* Pers. var. *pulchella* Griseb.)
- Род GENTIANA L.
G. angulosa Bieb.
 (= *G. verna* L. var. *alata* Ledeb.)
G. aquatica L.
G. biebersteinii Bge.
 (= *G. obtusifolia* Boiss., non Will)
G. blepharophora E. Bordz.
 (= *G. ciliata* auct. fl. cauc.)
G. bzybica (Doluch.) Kolak.
 (= *G. septemfida* Pall. v. *diversifolia* Albov)
G. caucasica Bieb.
G. cruciata L.
G. djimilensis C. Koch.
G. gelida Bieb.
G. kolakovskiyi Doluch.
G. oschtenica (Kusn.) Woronow.
G. paradoxa Albov.
G. pontica Solt.
G. rhodocalyx Kolak.
G. schistocalyx (C. Koch) C. Koch.
G. septemfida Pall.
G. umbellate MB.
G. vitae Kolak.
 (= *G. paradoxa* Albov var. *latifolia* Albov)
- Род SWERTIA L.
S. iberica Fisch. et Mey.
- Сем. GERANIACEAE
- Род ERODIUM L Herit.
E. cicutarium (L.) L. Herit.
- Род GERANIUM L.
G. columbinum L.
G. dissectum L.
G. gracile Ledeb.
G. gymnecaulon DC.

- (=G. ametystinum Ledeb.)
 G. ibericum Cav.
 G. lucidum L.
 G. molle L.
 G. pallens Bieb.
 G. platypetalum Fisch. et Mey.
 (=G. ibericum var. platypetalum Boiss.)
 G. psilostemon Ledeb.
 G. pyrenaicum Burm.
 G. renardii Trautv.
 G. robertianum L.
 (=G. purpureum Vill.)
 G. ruprechtii Woron.
 G. sanguineum L.
 G. sibiricum L.
 G. sylvaticum L.
 Сем. GROSSULARIACEAE
 Род RIBES L.
 R. alpinum L.
 R. biebersteinii Berl.
 Сем. HALORAGACEAE
 Род MYRIOPHYLLUM L.
 M. spicatum L.
 M. verticillatum L.
 Сем. HYDRANGEACEAE
 Род PHILADELPHUS L.
 Ph. caucasicus Koeh.
 (=Ph. Coronaries auct. fl. cauc.)
 Сем. HYPERICACEAE
 Род HYPERICUM L.
 H. androsaemum L.
 H. bupleroides Grieb.
 H. caucasicum (Woron.) Gorschk.
 H. hirsutum L.
 H. humifusum L.
 H. linarioides Bosse
 (=H. polygonifolium Rupr.)
 H. linarioides Bosse f.
 anqustifolium
 H. montanum L.
 H. mutilum L.
 H. nummularoides Trautv.
 (=H. auriantiacum Kolak.)
 H. orientale L.
 (=H. ptarmicifolium Spach.)
 H. orientale L.
 (=H. ptarmicifolium Spach.)
 H. perforatum L.
 H. tetrapterum Fr.
 (=H. acutum Moench.)
 H. xylosteifolium (Spach.) Robson
 (=H. inodorum Willd.)
 Сем. JUGLANDACEAE
 Род JUGLANS L.
 J. regia L.
 Род PTEROCARYA
 P. pterocarpa (Michx.) Kunth.
 (=P. fraxinifolia (Poir) Spach., P. caucasica C. A. Mey)
 Сем. LABIATAE
 Род ACINOS L.
 A. arvensis (Lam.) Dandy.
 (=A. thymoides Moench., Calamintha acinos Clairv.)
 A. graveolens (Bieb.) L.
 Род AJUGA L.
 A. orientalis L.
 A. reptans L.
 Род AMARACUS L.
 R. rotundifolius (Boiss.) Br.
 Род BALLOTA L.
 B. nigra L.
 (=B. ruderalis Sw.)
 Род BETONICA L.
 B. abchasica (Bornm.) Chinth.
 (=B. nivea auct. fl. abch., non Stev.)
 B. micrantha C. Koch.

- (=B. grandiflora Willd.)
 B. officinalis L.
 Род CALAMINTHA Hill.
 C. grandiflora (L.) Moench.
 C. officinalis Moench.
 (=C. menthaefolia host.)
 Род CLINOPODIUM L.
 C. umbrosum (Bieb.) C. Koch.
 C. vulgare L.
 (=CALAMINTHA clinopodium Benth.)
 C. vulgare L.
 (=CALAMINTHA clinopodium Benth.)
 Род DRACOCEPHALUM L.
 D. austriacum L.
 D. ruyschiana L.
 Род ELSHOLTZIA Willd.
 E. ciliata (Thunb.) Hyl.
 (=E. patrinii (Lepech) Garcke.)
 E. patrinii (Lepech) Garcke.
 Род GALEOBDOLON Adans.
 G. luteum Huds.
 Род GALEOPSIS L.
 G. bifida Boenn.
 (=G. tetrahit auct. fl. cauc. non L.)
 G. ladanum L.
 Род GLECHOMA L.
 G. hederacea L.
 Род HYSSOPUS L.
 H. angustifolius Bieb.
 Род LAMIUM L.
 L. album L.
 L. amplexicaule L.
 L. maculatum (L.) L.
 L. purpureum L.
 L. tomentosum Willd.
 Род LEONURUS L.
 L. quinquelobatus Gilib.
- Род LYCOPUS L.
 L. europaeus L.
 L. exaltatus L.
 Род MARRUBIUM L.
 M. propinquum Fisch. et Mey.
 M. vulgare L.
 Род MELISA L.
 M. officinalis L.
 Род MENTHA L.
 M. aquatica L.
 M. arvensis L.
 M. longifolia (L.) L.
 M. pulegium L.
 M. spicata L.
 Род NEPETA L.
 N. cataria L.
 N. pannonica L.
 (=N. nuda auct. fl. cauc. non L.)
 Род OCIMUM
 O. forskohlii Benth.
 Род ORIGANUM
 O. vulgare L.
 (=O. parviflorum Urv., O. creticum L.)
 Род PERILLA L.
 P. nankinensis (Lour.) Decne
 Род PHLOMIS L.
 Ph. tuberosa L.
 Род PRUNELLA L.
 P. lanciniata (L.) L.
 P. vulgaris L.
 Род SALVIA L.
 S. aethiopsis L.
 S. glutinosa L.
 S. nemorosa L.
 S. ringens Sibth. Et Sm.
 (=S. bzybica Kolak.)
 S. sclarea L.
 S. verticillata L.
 S. viridis L.

- Род SATUREA L.
S. bzybica Woronow.
S. hortensis L.
S. laxiflora C. Koch.
(=*S. hortensis* L. var. *laxiflora* C. Koch.)
S. spicigera (C. Koch.) Boiss.
- Род SCUTELLARIA L.
S. albida L.
S. altissima L.
S. galericulata L.
S. helenae Albov
(=*S. pontica* var. *abchasica* Albov)
S. pontica C. Koch.
S. woronowii Juz.
(=*S. peregrine* var. *sibthorpii* Woron.)
- Род STACHYS L.
S. annua L.
S. balansae Boiss. et Kotschy.
S. balansae Boiss. et Kotschy.
S. germanica L.
S. iberica Bieb.
S. macrophylla Albov
S. maritime L.
S. palustris L.
S. patula Griseb.
(=*S. atherocalyx* C. Koch.)
S. patula Griseb.
(=*S. atherocalyx* C. Koch.)
S. pubescens Ten.
S. sylvatica L.
S. trapesuntea Boiss.
- Род TEUCRIUM L.
T. chamaedrys L.
T. hyrcanicum L.
T. palium L.
- Род THYMUS L.
Th. buschianus Klok. et Schost.
- Th. caucasicus* Willd.
Th. ladyanuricus Kem.-Nath.
Th. markotensis Maieev.
- Род ZIZIPHORA L.
Z. serpyllacea M. B.
Z. woronowii Maleev.
- Сем. LAURACEAE
Род LAURUS nobilis L.
L. nobilis L.
- Сем. LENTIBULARIACEAE
Род PINQUICULA L.
P. vulgaris L.
- Род URTICULARIA L.
U. minor L.
U. vulgaris L.
- Сем. LIMONIACEAE
Род LIMONIUM Mill.
L. meyeri (Boiss.) Ktzi.
- Сем. LINACEAE
Род LINUM Mill.
L. catharticum L.
L. hypericifolium Salisb.
L. liburnicum Scop.
(=*L. corymbulosum* (Reichb.) Roug.)
L. nervosum Waldst. et Kit.
L. tenuifolium L.
- Сем. LORANTHACEAE
Род VISCUM L.
V. album L.
- Сем. LOGANIACEAE
Род BUDDLEJA L.
B. davidi Franch.
- Сем. LYTHRACEAE
Род AMMANIA L.
A. verticillata Ard.
- Род LYTHRUM L.
L. hyssopifolia L.
L. salicaria L.

Сем. MALVACEAE

Род ABUTILON L.

A. theoprasti Medik.

Род ALCEA L.

A. abchasica Iljin.*A. rosea* L.*A. rugosa* Alef.*A. transcaucasica* Iljin.

Род ALTHAEA L.

A. armenica Ten.*A. cannabina* L.*A. officinalis* L.

Род HIBISCUS L.

H. ponticus Rupr.*H. trigonum* L.

Род KOSTELETSKYA L.

K. pentocarpos (L.) Ledeb.

Род LAVATERA L.

L. punctata All.*L. thuringiaca* L.

Род MALVA L.

M. ambigua Guss.*M. neglecta* Wallr.*M. rotundifolia* L.(=*M. pusila* Smith.)*M. sylvestris* L.

Род SIDA

S. rhombifolia L.*S. spinosa* L.

Сем. MENYANTHACEAE L.

Род MENYANTHES

M. trifoliata L.

Сем. MIMOSACEAE

Род ACACIA L.

A. dealbata Link.

Сем. MONOTROPACEAE

Род HYPOPITIS Hill.

H. monotropa Crantz.(=*Monotropa hypopitis* L.)

Сем. MORACEAE

Род FICUS L.

F. carica L.

Род MORUS L.

M. alba L.

Сем. NYCTAGINACEAE

Род MIRABILIS L.

M. jalapa L.

Сем. NYMPHAEACEAE

Род NUPHAR Smith.

N. lutea (L.) Smith.

Род NYMPHAEA L.

N. candida J. et C. Presl.(=*N. alba* Albov, *Castalia colchica* Woronow)

Сем. OLEACEAE

Род FRAXINUS L.

F. excelsior L.

Род JASMINUM L.

J. officinale L.

Род LIGUSTRUM L.

L. vulgare L.

Род OLEA L.

O. europaea L.

Род OSMANTHUS L.

O. decorus (Boiss. et Bal.) Kasapl.

Род PHILLYREA L.

Ph. latifolia L.(=*Ph. Medwedewii* Sred.)

Сем. ONOGRACEAE

Род CHAMERION L.

Ch. angustifolium (L.) Holub.*Ch. caucasicum* (Hauskh.)*Galushko**Ch. dodonaei* (Vill.) Holub.(=*Epilobium dodonaei* Vill.)

Род CIRCAEA L.

C. alpina L.*C. intermedia* Ehrh.

- C. lutetiana* L.
 Род EPILOBIUM L.
E. algidum Bieb.
E. anotolicum Hausskn.
E. gemmascens C. A. Mey.
E. hirsutum L.
 (= *E. tomentosum* Vent.)
E. lanceolatum Seb. et Mauri
E. montanum L.
E. nervosum Boiss. et Bushe.
E. palustre L.
E. parviflorum (Schreb.) DC.
E. prionopyllum Hausskn.
E. roseum Schreb.
E. tetragonum L.
 (= *E. andatum*)
E. trigonum Schrank
 (= *E. alpestre* (Jacq.) Krack)
E. umbrosum L. v *apricum* Haus
 Род LUDVIGIA L.
L. palustris (L.) Elliott
 Род OENOTHERA L.
O. biennis L.
O. erithrosepala Borb.
 (= *O. odorata* Jacq.)
 Сем. OROBANCHACEAE
 Род OROBANCHE L.
O. alba Steph.
O. colorata C. Koch.
 (= *O. anatolica* auct. fl. cauc. non
 Boiss. et Reut.)
O. crenata Forsk.
O. flava Mart.
O. gamosepala Reut.
O. grossheimii Novopokr.
O. hederæ Duby.
O. minor Smith.
O. nana Nae.
O. owerinii (G. Beck.) G. Beck.
O. purpurea Jacq.
O. ramosa L.
O. vulgaris Poir.
 (= *O. Caryophyllaceae* Smith.)
 Род PHELIPAEA L.
Ph.coccinea Poir.
 Сем. OXALIDACEAE
 Род JONOXALIS Small.
J.tetraphylla Rose.
J. violacea Small.
 (= *Ox. Violacea* L.)
 Род OXALIS L.
O. acetosella L.
O. esculenta Bulb.
O. procumbens Steud. ex A. Rich.
 Род XANTHOXALIS
X.corniculata (L.) Small.
X. dillenii (Jacq.) Holub
 Сем. PAEONIACEAE
 Род PAEONIA
P.mascula (L.) Miller.
 (= *P. caucasica* Schip)
P. tomentosa (Lomak.) N. Busch
 (= *P. abchasica* Miscz.)
P. wittmaniana Hartwiss
 Сем. PAPAVERACEAE
 Род CHELIDONIUM L.
Ch.majus L.
 Род GLAUCIUM L.
G.flavum Crantz.
 Род PAPAVER L.
P.dubium L.
P. fugax Poir.
P. oreophilum Rupr.
P. rhoeas L.
P. somniferum L.
 Сем. PAPILIONACEAE
 Род AMORIA C.Presl.
A.banannii (C. Pres) Roskov

- (=*Trifolium bonanii* C. Presl., T.
fragiferum auct. fl. cauc. non L.)
A. glomerata (L.) Sojak.
 (= *Trifolium glomeratum* L.)
A. hybrida (L.) C. Presl
 (= *Trifolium hybridum* L.)
A. repens (L.) Roskov.
 (= *Trifolium repens* L.)
A. resupinata (L.) Roskov.
 (= *Trifolium resupinatum* L.)
A. tomentosa (L.) Roskov.
 (= *Trifolium tomentosum* L.)
A. tumens (Stev.)
 (= *Trifolium tumens* Stev.)
 РОД ANTHYLLIS L.
A. boissieri Sag.
 (= *A. lachnophora* Juz.)
A. macrocephala Went.
 (= *A. grossheimii* Chinth. P. p. excl.
 typo)
 РОД ARGYROLOBIUM Eclon et
 Zeyh.
A. biebersteinii P. W. Ball.
 (= *A. calycinum* (Bieb.) Jaub. et
 Spach.)
 РОД ASTRAGALUS L.
A. abzaricus Popov
A. bachmarensis Grossh.
A. brachytropis (Stev.) C. A. Mey
A. demetrii Charadze
A. falcatus Lam.
A. flaccidus Bieb.
 (= *A. raddeanus* Rgl.)
A. freynii Albov
A. frickii Bunge.
A. glycyphyllus L.
A. incertus Ledeb.
A. levieri Freyn.
A. magnificus Kolak.
A. onobrychis L.
A. oreades C. A. Mey.
 РОД CHRYSASPIS Desf.
Ch. aurea (Pollid) Greene.
 (= *Trifolium aureum* Pollid)
Ch. campestris (Schreb.) Desv.
 (= *Tr. campestre* Schreb.)
Ch. dubia (Sibth.) Desv.
 (= *Tr. dubium* Sibth.)
Ch. micrantha (Viv.) Hendrych
 (= *Tr. micranthum* Viv.)
Ch. rytidosemia (Boiss. et Hoh.)
 Roskov
 (= *Tr. rytidosemium* Boiss. et Hoh.)
Ch. sintenisii (Freyn) Hendrych
 (= *Tr. sintenisii* Freyn)
 РОД CICER L.
C. arietinum L.
 РОД COLUTEA L.
C. acutifolia Schap.
C. cilicica Boiss. et Balanse.
 РОД CORONILLA L.
C. balansae (Boiss.) Grossh.
 (= *C. cappadocica* Willd. v.
 balansae)
C. coronata L.
C. cretica L.
C. orientalis Mill.
 (= *C. cappadocica* Willd.)
C. varia L.
 РОД CYTISUS Desf.
C. caucasicus Grossh.
C. hirsutissimus C. Koch.
 РОД DORYCNIUM Mill.
D. graecum (L.) Ser.
 (= *D. latifolium* Willd.)
D. herbaceum Vill.
 (= *D. intermedium* Ledeb.)
 РОД GALEGA L.
G. officinalis L.

- Род GENISTA L.
G. abchasica Sachok.
G. adzharica M. Pop.
G. humifusa L.
G. kolakovskiyi Sachok.
G. lipskyi Novopocr. et Schischk.
G. mingrelica Albov
G. sachokiana A. Kut.
G. suanica Schischk.
G. tinctoria L.
- Род GLYCYRHIZA L.
G. echinata L.
- Род HEDYSARUM L.
H. caucasicum Bieb.
- Род KUMMEROVIA Schindl.
K. striata (Thunb.) Schishk.
(= *Lespedeza stricta* Thunb.)
- Род LATHYRUS L.
L. annuus L.
(= *L. colchicus* Lipsky)
L. aphaca L.
L. aureus (Stev.) Brandza.
(*Orobus aureus* Stev.)
L. hirsutus L.
L. laxiflorus (Desf.) O. Kuntze.
(= *Orobus laxiflorus* Desf.)
L. nissolia L.
L. palustris L.
L. pratensis L.
L. roseus Stev.
L. sphaericus Retz.
L. sylvestris L.
L. tuberosus L.
L. vernus (L.) Bernh.
(= *Orobus vernus* L.)
- Род LESPEDEZA L.
L. juncea Miq.
L. sericata Miq.
- Род LOTUS L.
L. angustissimus L.
- L. caucasicus* Kupr.
(= *L. ciliatus* Grossh.)
L. corniculatus L.
L. praetermissus Kupr.
L. tenuis Waldst. et Kit.
(= *L. tenuifolius* (L.) Rchb.)
- Род LUPINASTER Fabr.
L. polyphyllum (C. A. Mey.)
Latsch.
(= *Trif. polyphyllum* C. A. Mey.)
- Род MEDICAGO L.
M. arabica (L.) Hudson.
(= *M. maculata* Sieb. ex Ledeb.)
M. caerulea Less.
M. falcata L.
M. lupulina L.
M. minima (L.) Bertalini.
M. orbicularis (L.) Bertalini.
M. polymorpha L.
(= *M. denticulate* Willd.)
M. romanica Prod.
M. sativa L.
M. sativa L. X *M. falcata* L.
- Род MELILOTUS L.
M. albus Madik.
M. hirsutas Lipsky.
M. officinalis (L.) Pall.
- Род ONOBRYCHIS Mill.
O. biebersteinii G. Schir.
(= *O. sativa* var. *montana* Boiss.)
O. grossheimii Kolak.
O. inermis Stev.
O. kemulariae Chinth.
O. miniata Stev.
- Род ONONIS L.
O. arvensis L.
(= *O. hircine* Jacq.)
O. pusilla L.
(= *O. columnae* Ledeb.)

- Род ORNITHOPUS L.
O. compressus L.
O. sativus Brot.
- Род OXYTROPIS DC.
O. cyanea Bieb.
O. lazica Boiss.
O. meyeri Bunge
- Род PISUM L.
P. elatius Bieb.
- Род PSORALEA L.
P. acaulis Stev.
(= *Asphalthium acaulis* (Stev.) Hudson)
- Род PUERARIA L.
P. hirsuta (Thunb.) C. K. Scheid.
- Род ROBINIA L.
R. pseudoacacia L.
- Род TRIFOLIUM L.
T. ambiguum Bieb.
T. angustifolium L.
T. apertum E. Bobr.
T. arvense L.
T. canescens Willd.
T. caucasicum Tausch.
T. difusum Ehrn.
T. echinatum Bieb.
T. lappaceum L.
T. medium L.
T. pretense L.
T. scabrum L.
T. spadiceum L.
T. striatum L.
T. subterraneum L.
T. trichocephalum MB.
- Род TRIGONELLA L.
T. procumbens (Bess.) Reich.
T. spicata Sm.
- Род ULEX L.
U. europaeus L.
- Род VICIA L.
V. angustifolia L.
V. antiqua Grossh.
V. balansae Boiss.
V. cassubica L.
V. cassubica L. var. *albreviata* Fischer ex Spreng.
V. ciliatula Lipsky.
V. cordata Wulf. ex Hoppe
V. crocera (Desf.) Fritsch.
(= *V. aurantia* Boiss.)
V. dasycarpa Tenore.
(= *V. varia* Hoppe.)
V. grossheimii Ekvtim
(= *V. variabilis* Frey et Sint.)
V. hirsuta (L.) S. F. Gray.
V. lathyroides L.
V. narborensis L.
V. pannonica Crantz.
V. sativa L.
V. sepium L.
V. sosnowskyi Ekvtim.
(= *V. variegata* auct. non Willd.)
V. tetrasperma (L.) Schreb.
V. truncatula Fischer.
V. variabilis Frein et Sint.
V. villosa Roth.
- Сем. PARNASSIACEAE
Род PARNASSIA L.
P. palustris L.
- Сем. PHYTOLACCACEAE
Род PHYTOLACCA L.
Ph. americana L.
- Сем. PLANTAGINACEAE
Род PLANTAGO L.
P. atrata Hoppe
(= *P. atrata* Bieb. var. *saxatilis* (Bieb.) V. Avet.)
P. lanceolata L.

- P. major* L.
P. scabra Moench.
 (= *P. indica* L.)
 Сем. POLYGALACEAE
 Род POLYGALA L.
P. albowii Kem.-Nath. (= *P. anatolica* Boiss. et Heldr., *P. colchica* Tamamsch., *P. major* auct. fl. cauc. non Jacq.)
P. caucasica Rupr. (= *P. alpicola* Rupr., *P. comesa* var. *caucasica* Lipsky)
P. comosa Schkuhr.
P. paludosa St. Hill
P. sosnowskyi Kem.-Nath. (= *P. pseudosibiria* Kem.-Nath. in Schedis)
 Сем. POLYGONACEAE
 Род ACETOSA Mill.
A. pratensis Mill. (= *Rumex acetosa* L.)
A. vulgaris (C. Koch) Fourr. (= *Rumex acetosella* L.)
 Род ACONOPOGONON Reichenb.
A. panjutinii (Charkev.) Sojak. (= *Polygonum panjutinii* Charkev.)
 Род BISTORTA (K.) Scop.
B. carnea (C. Koch) Kom. (= *Polygonum carneum* C. Koch.)
B. vivipara (L.) S. F. Gray.
 Род CEPHALOPHILUM nepalense (Meissn.) Tzvel. (= *Polygonum nepalense* Meissn.)
 Род CHYLOCALYX Hassk
Ch. perfoliatum (L.) Hussk. ex Miq. (= *Polygonum perfoliatum* L.)
 Род FAGOPYRUM Mill.
F. esculentum Moench.
- Род FALLOPIA Adans.
F. convolvulus (L.) A. Love. (= *Reynoutria convolvulus* L., *Polygonum convolvulus* L.)
 Род OXYRIA Hill.
O. elatior R. Br.
 Род PERSICARIA (L.) Hill.
P. hidropiper (L.) Spach. (= *Polygonum hidropiper* L.)
P. lapathifolia (L.) S. F. Gray. (= *Polygonum lapathifolium* L.)
P. maculata (Rafin) S. F. Gray (= *Polygonum persicaria* L.)
P. minor (Huds) Opiz. (= *Polygonum minus* Huds.)
P. orientalis (L.) Spach. (= *Polygonum orientale* L.)
P. posumbu Hamilt. (= *Polygonum posumbu* Hamilt.)
 Род POLYGONUM L.
P. arenarium Waldst.
P. aviculare L.
P. robertii Loisseleur.
 Род REYNOUTRIA Houtt.
R. japonica Houtt.
R. multiflora (Thunb.) (= *Polygonum multiflorum*, *Fagopirum multiflorum*)
R. sachalinensis (Fr. Schmidt) Nakai
 (= *Polygonum sachalinense* Fr. Schmidt)
 Род RUMEX L.
R. alpestris Jacq.
R. alpinum L.
R. conglomerates Murr.
R. crispus L.
R. hydrolopathum Huds.
R. maritimus L.

- R. obtusifolius* L.
R. obtusifolius L.
R. pulcher L.
R. sanguineus L.
R. scutatus L.
R. tuberosus L.
 РОД TRUPELLUM Houltt.
T. thunbergii (Siebold et Zuce)
 Sojak.
 (=Polygonum thunbergii Siebold
 et Zuce)
 Сем. PORTULACACEAE
 РОД MONTIA
M. fontana L.
 (=M. minor Gmelin)
 РОД PORTULACA L.
P. oleracea L.
 Сем. PRIMULACEAE
 РОД ANAGALIS L.
A. arvensis L.
 (=A. phoeicea Scop.)
 РОД ANDROSACE L.
A. albana Stev.
A. barbulata Ovcz.
A. intermedia Ledeb.
A. villosa L.
 (=A. barbulata Ovcz., A.
 longiscapa auct. fl. colch.)
 РОД CYCLAMEN
C. abchasicum (Medw.) Kolak.
C. abchasicum Kolak. f. *purpurea*
C. calcareum Kolak.
C. colchicum (Albov) Albov
C. coum Mill.
 РОД LYSIMACHIA L.
L. dubia Soland.
L. japonica Thunb.
L. punctata L.
 (=L. verticillata Bieb.)
L. punctata L.
 (=L. verticillata Bieb.)
L. vulgaris L.
 РОД PRIMULA L.
P. amoena Bieb.
P. auriculata Lam.
P. farinose L.
 (=P. algida auct. fl. colch.)
P. komarovii Losinsk.
P. macrocalyx Bunge.
P. megaseifolia Boiss. et Bal.
P. pseudoelatio Kusn.
P. sibtorpii Hoffm.
P. vulgaris Huds.
 (=P. acaulis Jacq., subsp. *abchasic*
 (Sosn.) Soo)
 РОД SAMOLUS L.
S. valerandi L.
 РОД SREDINSKYA Fed.
S. grandis (Trautv.) Fed.
 (=Primula grandis Trautv.)
 103. PUNICACEAE
 РОД PUNICA L.
P. granatum L.
 104. PYROLACEAE
 РОД MONESES Salisb.
M. uniflora (L.) A. Gray.
 (=Pyrola uniflora L.)
 РОД ORTHILLA Rafin.
O. secunda (L.) House.
 (=Pyrola secunda L., *Ramischia*
secunda (L.) Garcke)
 РОД PYROLA L.
P. media Swartz.
P. minor L.
P. rotundifolia L.
 Сем. RAFFLESACEAE
 РОД CYTINUS L.
C. rubra (Fourr.) Kom.

- (=C. hypocistus (L.) L.)
 Сем. RANUNCULACEAE
 Род ACONITUM L.
 A.nasutum Fisch.
 (=A. pubiceps (Rupr.) Trautv.)
 A. orientale Miller.
 Род ACTAEA L.
 A.spicata L.
 Род ANEMONE L.
 A.blanda Schott et Ky.
 A. caucasica Willd.
 (=Anemonoides caucasica (Rupr.)
 Holub)
 A. narcissiflora L.
 (=A. umbellate auct., non Willd.,
 A. fasciculate L.)
 A. ranunculoides L.
 A. speciosa Adam.
 (=A. narcissiflora var.
 subuniflora...)
 Род AQUILEGIA L.
 A.caucasica Bieb.
 (=A. olympica auct. fl. cauc. non
 Boiss.)
 A. colchica Kem.-Nath.
 A. gegica Jabr.-Kolak.
 Род BATRACHIUM (DC.) S. F. Cray
 B. rionii (Lagger) Nyman
 (=Ranunculus rionii Lagger)
 B. trichophyllum (Chaix) Bosch.
 (=B. divaricatum (Schrenk)
 Wimmer, Ran. trichophyllum
 Chaix)
 Род CALTHA L.
 C.polypetala Hochst.
 Род CLEMATIS L.
 C.vitalba L.
 Род DELPHINIUM L.
 D.bractiosum Somm. et Lev.
 D. caucasicum C. A. Mey.
 D. flexuosum Bieb.
 (=D. elatum var. palmatum Albov)
 D. inonorum N. Busch.
 D. pyramidatum Albov
 D. schmalhauseni Albov
 D. speciosum Bieb.
 Род FICARIA Guett.
 F. calthifolia Reichenb.
 F. verna Huds
 (=F. ranunculoides Moench, Ran.
 Ficaria L.)
 Род HELLEBORUS L.
 H.caucasicus A. Br.
 (=H. abchasicus A. Br., H. guttatus
 A. Br. Et Sauer, H. polychromus
 Kolak.)
 Род NIGELLA L.
 N.sativa L.
 Род PULSATILLA L.
 P.albana (Stev.) Berch.
 P. aurea (Somm. et Lev.) Juz
 P. violacea Rupr.
 Род RANUNCULUS L.
 R.abchasicus Freyn.
 R. acutilobus Ledeb.
 (=R. villarsii ssp. Acutilobus N.
 Busch.)
 R. acutilobus Ledeb.
 (=R. villarsii ssp. Acutilobus N.
 Busch.)
 R. brachylobus Boiss. et Hohen.
 (=R. gymnadenus Somm. et Lev.)
 R. brutius Ten.
 R. buhsei Boiss.
 (=R. boissier Simonk.)
 R. bulbosus L.
 R. cappadocicus willd.
 (=R. ampelophyllus Somm. et
 Lev., R. vitifolius Boiss. et Bal.)

- R. caucasicus* Bieb.
R. chius DC.
R. crassifolius (Rupr.) Grossh.
R. grandiflorus L.
 (= *R. elegans* C. Koch, *R. anemonefolius* DC.)
R. grossheimii Kolak.
R. helenae Albov
R. lingua L.
R. muricatus L.
R. ophioglossifolius Vill.
R. oreophyllus Bieb.
 (= *R. villarsii* Ledeb., non DC.)
R. raddeanus Rgl.
 (= *R. raddeanus* Rgl. var. *subleiocarpus* Somm. et Lev., *R. sommiere* Albov)
R. repens L.
R. sardous Cratz.
R. sceleratus L.
R. subtilis Trautv.
R. svaneticus Rupr.
R. trachycarpus Fisch. et Mey.
 РОД THALICTRUM Tourn. ex L.
Th. foetidum L.
Th. minus L.
Th. simplex L.
Th. triternatum Rupr.
 РОД TROLIUS L.
T. ranunculinus (Smith) Stear.
 (= *T. patulus* Salisb., *T. caucasicus* Stev.)
 Сем. RESEDACEAE
 РОД RESEDA L.
R. lutea L.
 Сем. RHAMNACEAE
 РОД FRANGULA L.
F. alnus Miller.
 (= *Rhamnus frangula* L.)
- РОД PALIURUS L.
P. spina-christi Miller.
 (= *P. aculeatus* Lam.)
 РОД RHAMNUS L.
R. alaternus L.
R. cathartica L.
R. imeretina Booth.
 (= *R. alpina* var. *colchica* Kusn., *R. colchica* (Kusn.) Somm. et Lev.)
R. microcarpa Boiss.
 Сем. ROSACEAE
 РОД AGRIMONIA L.
A. eupatoria L.
 РОД ALCHEMILLA L.
A. abchasica Buser.
A. acutiloba Steven.
 (= *A. acutiloba* var. *hirsutiflora*, *A. epipsila* Juz., *A. holotricha* Juz.) Steven.
A. capillaceae Juz.
A. caucasica Buser.
A. diversipes Juz.
A. dura Bus.
A. hirtipedicellata Juz.
A. minusculiflora Buser.
A. retinervis Buser.
A. retinervis Buser.
A. sericata Reich.
A. sericea Willd.
A. tredecimloba Buser.
 РОД AMELANCHIER Medic.
A. ovallis Medik.
 (= *A. rotundifolia* (Lam.) Dum. – Courset, *A. vulgaris* Moench)
A. rotundifolia (Lam.) Dum.
 РОД APHANES L.
A. arvensis L.
 (= *Alchemilla arvensis* Scop.)

- Род ARUNCUS L.
A. vulgaris Raf.
 (= *A. sylvestris* Kostel., *Spiraea aruncus* L.)
- Род CERASUS L.
C. avium (L.) Moench.
C. sylvestris (Kirsch) Gassault
- Род COMARUM L.
C. palustre L.
- Род COTONEASTER L.
C. integerrimus Medik.
 (= *C. vulgaris* Lidl.)
C. nummularia Fisch. et Mey.
 (= *C. racemiflorus* (Desf.) C. Koch.)
- Род CRATAEGUS L.
C. curvisepala Lindl.
 (= *C. kirsotylla* auct. non Fringerh.)
C. microphylla C. Koch.
 (= *C. lagenaria* Fisch. et Mey.)
C. microphylla C. Koch.
 (= *C. lagenaria* Fisch. et Mey.)
C. pentagina Waldst. Et Kit.
 (= *C. melanoloma* Bieb., *C. colchica* Grossh.)
- Род CYDONIA L.
C. oblonga Mill.
- Род DRYAS L.
D. caucasica Juz.
 (= *D. octopetala* auct. fl. cauc., non L.)
D. caucasica Juz.
 (= *D. octopetala* auct. fl. cauc., non L.)
- Род DUCHESNEA Smitt.
D. indica (Andrews) Focke.
- Род FRAGARIA L.
F. moschata Duchesne.
- F. vesca* L.
F. viridis Duchesne.
- Род GEUM L.
G. latilobum Somm. et Lev.
G. urbanum L.
- Род LAUROCERASUS Duham.
L. officinalis Roemer.
L. officinalis var. *brachystachys* Meyer.
- Род MALUS L.
M. orientalis Uglitzk.
 (= *M. pumila* auct., non Miller.)
- Род MESPILUS L.
M. germanica L.
- Род PADUS L.
P. racemosa (Lam.) Gilib.
- Род POTENTILLA L.
P. argentea L.
 (= *P. impolita* Wahl.)
P. brachypetala Fisch. et Mey.
P. camillae Kolak.
P. caucasica Juz.
P. crantzii (Crantz) G. Beck.
 (= *P. alpestris* Hall.)
P. elatior Willd.
P. erecta (L.) Raeusch.
 (= *P. tormentilla* Neck., *P. sylvestria* Neck.)
P. foliosa Somm. et Levier.
 (= *P. rupestris* auct. fl. cauc., non L.)
P. inclinata Vill.
 (= *P. canescens* Besser)
P. micrantha Ramond.
P. nordmanniana Ledeb.
 (= *P. umbrosaeformis* Siegfr. et Albov)
P. oweriniana Boiss.
 (= *P. divina* Albov)

- P. recta* L.
P. reptans L.
P. ruprechtii Boiss.
P. thuringiaca Bernh.
 (= *P. caucasica* Juz., *P. heptaphylla* Boiss.)
 РОД POTERIUM L.
P. polyganum Waldst. et Kit.
 (= *P. muricatum* Spach.)
 РОД PRUNUS
P. divaricata Ledeb.
 (= *P. cersifera* Ehrh.)
P. domestica L.
 РОД PYRACANTHA M. Roem.
P. coccinea M. J. Roemer.
 (= *Cotoneaster pyracantha* Spach.)
 РОД PYRUS L.
P. caucasica Fed.
P. caucasica x *balansae* Denu.
 РОД ROSA L.
R. boissieri crep.
R. brotherorum Chrshan.
R. canina L.
R. corymbifera Borkh.
R. doluchanovii Mand.
R. floribunda Stev.
 (= *R. micrantha* auct. fl. Abch.)
R. floribunda Stev.
 (= *R. micrantha* auct. fl. Abch.)
R. gallica L.
R. hirsutissima Lonacz.
R. iberica Stev.
R. mollis Smith.
R. oplisthes Boiss.
 (= *R. svanetica* Crep.)
R. pulverulenta Bieb.
 РОД RUBUS L.
R. anatolicus (Focke) Focke. (= *R. sanguineus* auct., non Friv.)
R. buschii (Rozanova) Grossh.
 (= *R. ideus* auct. fl. cauc., non L.)
R. caesius L.
R. candicans Weiche.
R. caucasicus Focke.
R. divergens Mull.
R. hirtus Waldst. et Kit.
R. lloydianus G. Genev.
R. moschus Juz.
R. ponticus Juz.
R. saxatilis L.
R. tomentosus Borkh.
 РОД SIBBALDIA L.
S. parviflora Willd.
 (= *S. semiglabra* C. A. Mey.)
 РОД SORBUS L.
S. boissieri Schneid.
 (= *S. aucuparia* auct. fl., cauc. non L.)
S. caucasica Zinserl.
S. colchica Zinserl.
S. federovii Zinserl.
S. kusnetzovii Zinserl.
S. migarica Zinserl.
S. subfusca (Ledeb.) Boiss.
 (= *S. albovii* Zinserl.; *S. aria* Crantz. Var. *glabra* Albov)
S. torminalis (L.) Crantz.
S. velutina (Albov) Schneid.
 (= *S. fedorovii* Zaikon.)
 РОД SPIRAEA L.
S. hypericifolia L.
 РОД WORONOWIA Juz.
S. speciosa (Albov) Juz.
 (= *Geum speciosum* Albov)
 Сем. RUBIACEAE
 РОД ASPERULA L.
A. abchasica V. Krecz.
A. albovii Manden.

- (=A. prostrate auct. fl. cauc., Ad)
 A. biebersteinii V. Krecz.
 A. caucasica Pobed.
 (=A. taurica L. auct. p. p. non L.)
 A. humifusa (Bieb.) Bess.
 (=Galium humifusum Bieb.)
 A. intersita Klok.
 A. kemulariae Manden.
 (=A. biebersteinii auct. fl. abch.
 non V. Krecz.)
 A. odorata L.
 (=Galium odoratum L.)
 A. ovalifolia boiss. et Huet.
 A. setosa Jaub. et Spach.
 (=A. arvensis auct. fl. cauc.)
 Род CRUCIANELLA L.
 C. colchica J. Mand.
 Род CRUCIATA Hill.
 C. laevipes Opiz.
 (=Galium cruciata (L.) Scop.)
 C. pedemontana (Bell.) Ehrend.
 (=Galium pedemontanum (Bell.)
 All.)
 Род GALIUM L.
 G. aparine L.
 (=G. vaillantii DC.)
 G. aureum Visiani.
 G. cruciata (L.) Scop.
 (=Cruciata laevipes Opiz.)
 G. mollugo L.
 G. palustre L.
 G. pedemontanum (Bell.) All.
 G. rotundifolium L.
 G. ruthenicum Willd.
 G. rubioides L.
 (=G. geniculatum R. et Sch.)
 G. tenuissimum Bieb.
 G. tricornutum Dandy.
 (=G. tricorne Stokes P. P.)
 G. valentioides Bieb.
 G. vartanii Grossh.
 G. verum L.
 Род SHERARDIA L.
 Sh.arvensis L.
 Сем. RUTACEAE
 Род DICTAMNUS L.
 D.albus L.
 (=D. gymnostylis Stev.)
 Сем. SALICACEAE
 Род POPULUS L.
 P. alba L.
 P. canescens Sm.
 P. nigra L.
 P. tremula L.
 Род SALIX L.
 S. alba L.
 S. apoda Trautv.
 (=S. hastate auct. Fl. Cauc.,
 non L.)
 S. caprea L.
 S. caucasica Andress.
 (=S. silesiaca Willd. Var. caucasica
 Andress.)
 S. cinerea L.
 S. elbursensis Boiss.
 (=S. purpurea auct. Fl. Cuacastica
 non L.)
 S. kazbekensis A. Skvorts.
 (=S. arbuscula auct. Fl. Cauc.,
 non L.)
 S. pseudomedanii E. Wolf.
 S. triandra L.
 Сем. SANTALACEAE
 Род THESIUM L.
 T.alpinum L.
 T. arvense Horvatovzky.
 (=Th. Ramosum Hayne)
 Сем. SAURURACEAE

- Род HOUTTUINIA Thunb.
H. cordata Thunb.
- Сем. SAXIFRAGACEAE
- Род CHRYSOSPLENIUM L.
Ch. albowianum Kutath.
Ch. alternifolium L.
Ch. Dubium Gay
 (= *Ch. Macrocarpum* Chamisso)
- Род SAXIFRAGA L.
S. abchasica Oett.
S. adscendens L.
S. cartilaginea Willd.
S. colchica Albov
S. coriifolia (Somm. et Lev.)
S. cymbalaria L.
S. exarata Vill.
S. fragellaris Willd.
S. moschata Wulf.
S. pontica Albov
S. pseudolaenis Oett.
S. scleropoda Somm. et Lev.
S. sibirica L.
S. subverticillata Boiss.
S. tridactylites L.
- Сем. SCROPHULARIACEAE
- Род ANTHYRIUM L.
A. majus L.
- Род CYMBALARIA Hill
C. muralis Gaertn., Mey. et Schreb.
 (= *C. hederacea* (Lam.) S. F. Gray.)
- Род DIGITALIS L.
D. ciliate Trautv.
D. purpurea L.
D. schischkinii Ivanina.
 (= *D. ferruginea* auct. fl. cauc.)
- Род EUPHRASIA L.
E. adenocalon Juz.
E. alboffii A. Chabert.
E. amblyodontha Juz.
- E. caucasica* Juz.
E. hitella Jord.
E. macrodontha Juz.
E. pectinata Tenere.
E. petiolaris Wettst.
- Род GRATIOLA L.
G. officinalis L.
- Род KICKXIA Dumort
K. caucasica (Mussin) Kupr.
 (= *K. elatine* auct. fl. cauc. non (L.)
 Dum.)
- Род LATHRAEAL.
L. squamaria L.
- Род LINARIA Mill.
L. adzharica Kem.-Nath.
L. pontica Kuprian.
 (= *L. genististifolia* Boiss. Non L.)
L. vulgaris Mill.
- Род MAZUS Lour.
M. japonicus (Thunb.) O. Kuntze.
- Род MELAMPYRUM L.
M. arvense L.
M. caasicum Bunge.
M. elatius (Boiss.) Soo
- Род ODONTITES Ludw.
O. rubra (Baumg.) Pers.
 (= *O. serotina* (Lam.) Rchb.)
- Род PAEDEROTELLA (Wulf)
 Kem.-Nath.
P. pontica (Rupr.) Kem.-Nath.
P. teberdensis Kem.-Nath.
- Род PARENTUCHELLIA Viv.
P. latifolia (L.) Caruel
- Род PEDICULARIS L.
P. acmodontha Boiss.
P. atropurpurea Nord.
P. caucasica Bieb.
P. condensate Bieb.
P. crassirostris Bge.

- P. nordmanniana* Bge
P. panjutinii E. Busch.
P. sibthorpii Boiss.
P. wilhelmsiana Fisch.
 Род RHAMPHICARPA Benth.
R. medwedewii Albov
 Род RHINANTHUS L.
R. subulatus (Chaber) Soo.
 (=R. major auct. fl. cauc. non L.)
 Род RHYNCHOCORYS L.
R. elephas (L.) Griseb.
 (=R. intermedia Albov, R. stricta C. Koch.)
 Род SCROPHULARIA L.
S. chrisantha Jaub. et Spach.
S. lateriflora Traut.
S. lunariaefolia Boiss. et Bal.
S. nodosa L.
S. olympica Boiss.
 (=S. caucasica Somm. et Lev.)
S. umbrosa Dum.
 (=S. scopolii auct. fl. colch., non Hoppe, S. alata Gilib.)
 Род VANDELLIA L.
V. diffusa L.
 Род VERBASCUM L.
V. alpigenum C. Koch.
V. blattaria L.
V. gnaphaloides Bieb.
V. gnaphaloides Bieb.
V. phlomoides L.
V. pyramidatum Bieb.
V. sinuatum L.
V. sinuatum L.
V. thapsus L..
 Род VERONICA L.
V. anagalis-aquatica L.
V. arvensis L.
V. austriaca L.
V. beccabunga L.
V. chamaedrys L.
V. denudata Albov
V. didyma Ten.
 (=V. polita Fr.)
V. filiformis Smith.
V. gentianoides Vahl.
V. hederifolia L.
V. magna M. Fisch.
 (=V. melissifolia auct.)
V. magna M. Fisch.
 (=V. melissifolia auct.)
V. monticola Trautv.
V. officinalis L.
V. peduncularis Bieb.
V. persica Poir.
 (=V. tournefortii Gmel., V. buxbaumii Ten.)
V. schistose E. Busch.
V. scutellata L.
V. serpyllifolia L.
V. telephiiifolia Vahl.
 (=V. minuta auct.)
V. umbrosa Bieb.
 (=V. peduncularis Bieb. var. umbrosa (Boiss.) Bieb.)
V. verna L.
 Сем. SIMARUBACEA
 Род AILANTHUS L.
A. altissima (Mill.) Swingl.
 Сем. SOLANACEAE
 Род ATROPA L.
A. bella-donna L.
 Род DATURA L.
D. innoxia Mill.
 (=D. metel auct. fl. abch., non L.)
D. stramonium L.
 Род HYOSCYAMUS L.
H. niger L.

- Род NICANDRA L.
N. physaloides (L.) Gaerth.
- Род PHYSALIS L.
P. alkekengi L.
P. ixocarpa Brot.
(= *P. angulata* auct. fl. abch. non L.)
P. peruviana L.
- Род SALPICHROA Miers.
S. rhomboidea Miers.
- Род SCOPOLIA Jacq.
S. carniolica Jacq.
(= *S. caucasica* Kolesn.)
- Род SOLANUM L.
S. aviculare Forst.
S. capsicastrum Link.
S. carolinense L.
S. nigrum L.
(= *S. woronowii* Pojark., *S. villosum* Lam.)
S. persicum Willd.
S. rostratum Dun.
S. sisymbriifolium Lam.
- Сем. STAPHYLEACEAE
- Род STAPHYLEA L.
S. colchica Stev.
S. pinnata L.
- Сем. TAMARICACEAE
- Род MYRICARIA L.
M. bracteata Royle.
- Род TAMARIX L.
T. tetrandra Pall.
- Сем. THEACEAE
- Род THEA L.
T. sinensis L.
- Сем. THYMELAEACEAE
- Род DAPHNE L.
D. albowiana Woronow.
D. circassica G. Wor.
D. glomerata Lam.
- D. mezereum* L.
D. pontica L.
(= *D. pontica* L. subspec. *Melanocarpa* Woronow.)
D. pseudosericea Pobed.
D. woronowii Kolak.
- Род THYMELAEAL.
T. passerine (L.) Coss. et Germ.
- Сем. TILIACEAE
- Род TILIA L.
T. caucasica Rupr.
- Сем. TRAPACEAE
- Род TRAPA L.
T. colchica Albov
- Сем. ULMACEAE
- Род ULMUS L.
U. carpinifolia Rupr.
U. elliptica C. Koch.
U. glabra Huds.
(= *U. scabra* Mill.)
- Род ZELKOVA L.
Z. carpinifolia (Pall.) C. Koch.
- Сем. UMBELIFERAE
- Род AEGOPODIUM L.
A. podagraria L.
- Род AETHUSA L.
A. cynapium L.
- Род AGASYLIS Spreng.
A. latifolia (Bieb.) Boiss.
- Род AMMI L.
A. visnaga (L.) Lam.
- Род ANGELICA L.
A. pachyptera Ave-Lalleum.
A. sylvestris L.
A. tatianaе Bordz.
(= *Xanthogalum tatianaе* (Bordz.) Schischk.)
- Род ANTHRISCUS Pers.
A. caucalis Bieb.

- (=A. vulgaris Pers., A. scandinavica (Web.) Mansfeld.)
 A. nemorosa (Bieb.) Sprengel.
 (=Chaerophyllum nemorosum Bieb.)
 A. ruprechtii Boiss.
 A. schmalchausenii (Albov) K.-Pol.
 (=Chaerophyllum schmalchausenii (Albov) K.-Pol.)
 Род АРАФОЕ Pimen, et Lavrov
 A. aromatica Pimen. et Lavr.
 (=Ligusticum arafae Albov)
 Род АСТРАНАЛ.
 A. maxima Pall.
 (=A. helleborifolia Salasb.)
 A. pontica Albov
 A. trifida Hoffm.
 (=A. biebersteinii Trautv., A. colchica Albov)
 Род БЕРУЛА L.
 erecta (Huds) Coville.
 Род БИФОРА Hofmn.
 B. radians Bieb.
 Род БУНИУМ L.
 B. bourgaei (Boiss.) Freyn et Sint.
 Род БУПЛЕУРУМ L.
 B. abchasicum Manden.
 B. affine Sadler.
 B. brachiatum C. Koch.
 B. nordmannianum Ledeb.
 B. polyphyllum Ledeb.
 (=B. polymorphum Albov)
 B. rischawii Albov
 B. rotundifolium L.
 B. woronowii J. Mand.
 Род КАРИУМ L.
 C. alpinum (Bieb.) Benth. et Hook. fil.
 (=C. lomatarum Boiss.)
 C. carvi L.
 C. caucasicum (Bieb.) Bieb.
 C. grossheimii Schischk.
 C. meifolium (Bieb.) Boiss.
 Род КАУКАЛИС L.
 C. platycarpus L.
 (=C. daucoides L., C. lappula (Webb.) Grande.)
 Род ХАЕРОФИЛЛУМ L.
 Ch. angelicifolium Bieb.
 (=Ch. lasiolaenum Boiss. C. silvicola Lip.)
 Ch. astrantiae Boiss. et Bal.
 Ch. aureum L.
 (=C. maculatum Willd.)
 Ch. aureum L.
 (=C. maculatum Willd.)
 Ch. borodini Albov
 Ch. bulbosum L.
 Ch. humile Stev.
 Ch. roseum Bieb.
 (=C. millefolium DC., C. roseum Bieb. var. millefolium (DC.) Schalh.)
 Ch. rubellum Albov
 (C. roseum Bieb. var. rubellum (Albov) K. Pol., var. colchicum)
 Род ХАМАЕСЦИДИУМ C.A.Mey.
 Ch. acaule (Bieb.) Boiss.
 Род ХИМСИДИА Albov
 Ch. agasyloides (Albov) Albov
 (=Selinum agasyloides Albov)
 Ch. colchica (Albov) Woron.
 Род ЦИКУТА L.
 C. virosa L.
 Род КОНИУМ L.
 C. maculatum L.
 Род КОРИАНДРУМ L.
 C. sativum L.

- Род CRITHMUM L.
C.maritimum L.
- Род CRYPTOTAENIA DC.
C.flahaultii (Woron.) K. Pol.
- Род CYCLOSPERMUM Lag.
C. leptophyllum Spague
(=Ptilimnium nuttallii auct.)
- Род DAUCUS L.
D. carota L.
(=D. littoralis non Sibth. et Sm.)
- Род ELEUTHROSPERMUM C.Koch
E.cicutarium (Bieb.) Boiss.
(=E. chrysanthum Somm. et Lev.,
E. grandiflorum C. Koch.)
- Род ERYNGIUM L.
E.campestre L.
E. caucasicum Trautv.
(=E. biebersteinianum Necski)
E. giganteum Bieb.
E. maritimum L.
- Род FALCARIA Fabr.
F. vulgaris Bernh.
- Род FOENICULUM L.
F. vulgare Miller.
(F. officinale All.)
- Род FRORIEPIA C. Koch
F. subpinnata (Ledeb.) Bail.
(=F. nuda C. Koch)
- Род HERACLEUM L.
H. aconitifolium Woronow.
H. apiifolium Boiss.
(=H. pachyrhisum Somm. et Lev.)
H. asperum Bieb.
H. calcareum Albov.
H. colchicum Lipsky.
H. egrissicum Gagnidze.
H. leskovii Grossh.
H. mantegazzianum Somm. et Lev.
H. ponticum (Lipsky) Schischk.
- H. roseum Stev.
H. scabrum Albov.
H. sommieri Manden.
H. sosnowskyi Manden.
(=H. pubescens auct. fl. cauc. p. p.)
- Род HYDROCOTYLE L.
H. ramiflora Maxim.
H. ranunculoides L.
H. vulgaris L.
- Род LASER Borkh.
L.trilobum (L.) Borkh.
(=Siler trilobum (L.) Crantz.)
- Род LASERPITIUM L.
L. hispidum Bieb.
L. stevenii Fisch. et Trautv.
(=L. dauciforme Schalh., L.
platispermum Somm. et Levier.)
- Род LIGUSTICUM L.
L. alatum (Bieb.) Spreng.
L. caucasicum Somm. et Levier.
L. physospermifolium Albov
- Род OENANTHE L.
O.abchasica Schischk.
(=O. lachenalii auct. fl. cauc.)
O. aquatica (L.) Poirer.
(=O. phellandrium Lam.)
O. pimpinelloides L.
- Род ORLAYA Hofm.
O. daucoides (L.) Greuter.
(=O. platycarpus auct. non. L.)
O. grandiflora (L.) Hoffm.
- Род PASTINACA L.
P. armena Fisch. et Mey.
P. aurantiaca (Albov) Kolak.
(=Malabaila chrysantha Albov, P.
armena auct. fl. abch.)
P. sativa L.
P. umbrosa Stev.
(=P. teretiuscula Boiss.)

- Род PETROSELINUM L.
P. crispum (Miller.) A. W. Hill.
- Род PEUCEDANUM Hill.
P. adae Woronow.
P. calcareum Albov
 (= *Seseli calcareum* Albov)
P. caucasicum (Bieb.) C. Koch
 (= *Levisticum cauc.* Lip)
P. longifolium Woldst.
P. tauricum Bieb.
- Род PHYSOSPERMUM Guss. et Juss.
P. cornubiense (L.) DC
 (= *Danaa nudicaule* (Bieb.) Grossh.,
D. cornubiensa (Torn.) Burn.)
- Род PIMPINELLA L.
P. afinis Ledeb.
P. idea Takht.
P. rhodantha Boiss.
P. saxifrage L.
P. tripartite Kalenicz.
 (= *P. rotundifolia* Bieb., *Alboviana*
tripartite (Kalenicz.) Schischk.)
- Род POLYLOPHIUM L.
P. panjutinii Mand. et Schischk.
- Род SANICULA L.
S. europaea L.
- Род SCANDIX L.
S. pecten-veneris L.
- Род SESELI L.
S. foliosum (Somm. et Levier.)
 Mand.
S. libanotis (L.) Koch.
 (= *Libanotis sibirica* auct. fl. cauc.,
L. transcaucasica Schischk.)
S. petraeum Bieb.
S. ponticum Lipsky.
S. rupicola Woronow.
S. saxicolum (Albov) M. Pimen.
- Род SIELLA M. Pimen.
S. erecta (Huds.) M. Pimen.
- S. trilobium* (L.) Borkh.
- Род SISON L.
S. amomum L.
- Род TAMAMSCHIANIA Pim. et
 Kluj.
T. lazica (Boiss. et Bal.) Pim. et
 Kluj.
 (= *Eleuthespermum lazicum* Boiss.
 et Bal.)
- Род TORDYLIUM L.
T. maximum L.
- Род TORILIS arvensis (Hudson)
 Link.
 (= *T. infesta* C. Koch.)
T. japonica (Houtt.) DC.
 (= *T. anthriscus* (L.) Gmel.)
T. nodosa (L.) Gaertner.
- Род XANTHO GALUM Ave-Lall.
X. purpurascens Ave-Lall.
- Сем. URTICACEAE
- Род BOEHMERIA L.
B. nivea Gand.
- Род PARIETARIA L.
P. judaica L.
P. kemmulariae Schchian.
P. littoralis Schchian.
 (= *P. judaica* auct. fl. cauc. p.p.)
P. officinalis L.
 (= *P. erecta* Mert. et C. Koch.)
P. serbica Panc.
- Род URTICA L.
U. dioica L.
- Сем. VALERIANACEAE
- Род CENTRANTHUM DC.
C. ruber (L.) DC.
- Род VALERIANA L.
V. alliariifolia Adams.
 (= *V. tilifolia* Troitzky)
V. alpestris Stev.

- V. cardamines* Bieb.
(=*V. sisymbriifolia* auct. non Vahl.,
V. chodatiana Albov, *V. calcarea*
Albov)
V. colchica Utkin.
V. jelenevskyi P. Smirn.
V. saxicola C. A. Mey.
Род VALERIANELLA Mill.
V. dentate (L.) Pollich
V. locusta (L.) Laterrade
(=*V. olitoria* Pollich)
Сем. VERBENACEAE
Род CALLICARPAL.
C. dichtoma (Lone) Lich.
Род CLERODENDRUM L.
C. foetidum Bunge.
Род VERBENA L.
V. hastate L.
V. officinalis L.
V. venosa Gill. et Hook
Род VITEX L.
V. agnus-castus L.
Сем. VIOLACEAE
Род VIOLA L.
V. alba Bess.
V. arvensis Murray
V. biflora L.
(=*V. biflora* L. var. *caucasica*
Rupr.)
V. canina L.
V. odorata L.
V. oreades Bieb.
V. orthoceras Ledeb.
V. prionantha Bge.
V. pyrenaica Ram.
V. reichenbachiana Jord.
(=*V. sylvestris* Lam. p.p.)
V. hybridae (*V. canina* L. x *V.*
reichenbachiana Jord.)
- Сем. VITACEAE
Род VITIS L.
V. sylvestris C. C. Gmel.
(=*V. vinifera*)
Сем. ZYGOPHYLLACEAE
Род TRIBULUS L.
T. terrestris L.
CLASSIS. LILIATAE
Сем. ALISMATACEAE
Род ALISMA L.
A. plantago-aquatica L.
Род CALDESIDIA Parl.
C. parnassifolia (L.) Parl.
Род SAGITTARIAL.
S. trifolia L.
Сем. ALLIACEAE
Род ALLIUM L.
A. albovianum Vved.
A. candolleianum Albov
A. circassicum Kolak.
A. kunthianum Vved.
(=*A. lepidum* Kunth.)
A. pseudostrictum Albov
(=*A. szowitsii* auct. non Reg.)
A. rotundum L.
A. rupestre Stev.
(=*A. paniculatum* L. var. *pallens*
Boiss.)
A. ruprechtii Boiss.
(=*A. saxatile* auct. non Bieb.)
A. schoenoprasum L.
A. ursinum L.
A. victorialis L.
A. vineale L.
Сем. AMARYLLIDACEAE
Род GALANTHUS L.
G. caucasicus (Baker) Grossh.
G. krasnovii Knokhr.
G. platyphyllus trautv. et Moldenke

- (=G. latifolius Rupr.)
 G. valentinae Panjut.
 G. woronowii Losinsk.
- Род LEUCOJUM L.
 L.aestivum L.
- Род PANCRATIUM L.
 P. maritimum L.
- Сем. ARACEAE
- Род ACORUS L.
 A. calamus L.
- Род ARUM L.
 A. albispalum Stev.
 A. orientale Bieb.
 (=A. maculatum auct., non L.)
- Сем. ASPARAGACEAE
- Род ASPARAGUS L.
 A. litoralis Stev.
 A. officinalis L.
 A. polyphyllus Stev.
 A. verticillatus L.
- Сем. BUTOMACEAE
- Род BUTOMUS L.
 B.umbellatus L.
- Сем. COMMELINACEAE
- Род COMMELINA L.
 C. communis L.
- Род TRADESCANTIA Rupp.
 T.fluminensis Vell.
- Сем. CYPERACEAE
- Род BULBOSTYLIS L.
 B. tenerrima Palla.
 B. woronowii Palla.
- Род CAREX L.
 C. acutiformis Ehrh.
 C. bordzilowskii V. Krecz.
 C. brevicollis DC.
 C. brunnescens (Pers.) Poir.
 C. buschiorum V. Krecz.
 (=C. humilis auct. fl. cauc.)
- C. canescens L.
 C. capillaries L.
 C. capitellata Boiss. et Bal.
 C. caucasica Stev.
 C. colchica J. Gay.
 C. cuspidata Host.
 C. cuspidata Host.
 C. dacica Heuff.
 C. dichroa (Frey) V. Krecz.
 C. dichroandra V. Krecz.
 C. digitata L.
 C. divulsa Stokes.
 C. echinata Murr.
 (=C. muricata auct., non L., C.
 stellulata Good.)
 C. elongate L.
 C. grioletii Roem.
 C. hirta L.
 C. irrigua Vahl.
 (=C. magellanica Lam. ssp. irrigua
 (Vahl.) Huet.)
 C. latifrons V. Krecz.
 C. leporine L.
 C. medwedewii Leskov.
 (=C. aequivoca V. Krecz.)
 C. medwedewii Leskov.
 (=C. aequivoca V. Krecz.)
 C. meinshauseniana V. Krecz.
 (=C. frigida Albov)
 C. meinshauseniana V. Krecz.
 (=C. frigida Albov)
 C. michelii Host.
 C. micropodioides V. Krecz.
 (=C. pyrenaica Grossh., non Vahl.)
 C. mingrellica Kuk.
 (=C. albovii Lesk.)
 C. muricata L.
 (=C. cuprina (Sand.) Nendtv.)
 C. obtusata Liljebl.

- C. oreophila* C. A. Mey.
C. pallescens L.
 (= *C. chalcodeta* V. Krecz.)
C. pendula Huds.
 (= *C. maxima* Scop.)
C. polyphylla Kar. et Kir.
C. pontica Albov
C. pseudocyperus L.
C. remota L.
C. riparia Curt.
C. spicata Huds.
C. strigosa Huds.
C. sylvatica Huds.
C. szovitsii V. Krecz.
C. tomentosa L.
C. transsilvatica Schur.
 (= *C. euxina* Marc.)
C. vesicaria L.
 (= *C. inflata* Huds.)
C. vulpine L.
 (= *C. compacta* Lam.)
 РОД CLADIUM L.
C. mariscus (L.) Pohl.
 РОД CYPERUS L.
C. aureus Ten.
C. badius Desf.
C. difformis L.
C. fuscus L.
C. glaber L.
C. glomeratus L.
C. juncus L.
 РОД ELEOCHARIS R.Br.
E. ovata (Roth.) Roem. et Schult.
E. palustris Roem. et Schult.
 (= *Heleocharis palustris* L. var. *eupalustris*)
 РОД ERIOPHORUM L.
E. angustifolium Roth.
 РОД FIMBRISTILIS Vahl.
F. dichotoma (L.) Vahl.
- РОД JUNCELLUS (Griaeb.) Clarke
J. serotinus (Rottb.) Clarke.
 (= *J. alopecuroides* auct. non Clarke)
 РОД KOBRESIA Willd.
K. capilliformis Ivanova
 (= *K. capillifolia* (Dence) Clarke, *K. macrolepis* Meinsh.)
 РОД KYLLINGA Rottb.
K. gracillima Miq.
 РОД PYCREUS Beauv.
P. colchicus (C. Koch.) Schischk.
P. flavescens (L.) Reichenb.
P. globosus (All.) Reichenb.
 (= *Cyperus globosus* All.)
P. sanguinolentus (Vahl) Nees
 РОД RHYNCHOSPORA L.
R. alba (L.) Vahl.
R. caucasica Pall.
 РОД SCHOENUS L.
Sch. nigricans L.
 РОД SCIRPUS L.
S. juncoides Roxb.
S. lacustris L.
S. maritimus L.
 (= *Bolboschoenus maritimus* (L.) Palla)
S. mucronatus L.
S. sylvaticus L.
S. tabernaemontani C. C. Gmel.
S. triqueter L.
 Сем. DIOSCOREACEAE
 РОД DIOSCOREA L.
D. caucasica Lipsky.
 РОД TAMUS L.
T. communis L.
 Сем. GRAMINEAE
 РОД AEGILOPS L.
A. cylindrical Host.

- Род AGROSTIS L. (=A. amarum auct. fl. Cauc. N. Br.)
 A. balansae (Boiss.) Tzvel.
 A. clavata Trin.
 A. gigantean Roth.
 (=A. alba auct.)
 A. lazica Bal.
 A. planifolia Koch
 A. tenuis Sibth.
 (=A. capillaries auct. non L.)
 A. vinealis Schreb.
- Род AIRA L.
 A. elegans Willd. ex Gudin
 (=A. capillaris Host., 1809, non Savi, 1798, nec Lag. 1805)
- Род ALOPECURUS L.
 A. albovii Tzvel.
 (=A. dasyanthus auct. fl. abch. non Tzvel.)
 A. glacilis Koch
 A. longifolius Kolak.
 (=A. vaginatus auct. fl. Abch. non.)
 A. myosuroides Huds.
 A. ponticus Koch
 (=A. sericeus Albov, A. caucasicus Sered.)
 A. pratensis L.
- Род ANDROPOGON L.
 A. virginicus L.
- Род ANISANTHA K. Koch
 A. sterilis (L.) Nevski.
 (=Bromus sterilis L., Zerna sterilis (L.) Panzer)
 A. tectorum (L.) Nevski.
 (=Bromus tectorum L., Zerna tectorum (L.) Lindm.)
- Род ANTHOXANTHUM L.
 A. alpinum A. et D. Love
 (=A. odoratum L. p. p.)
 A. odoratum L.
- Род ARISTIDA L.
 A. longespica Poir.
- Род ARRHENATHERUM Beauv.
 A. bulbosum (Willd.) C. Presl.
 A. elatius (L.) J. et C. Presl.
- Род ARTHRAXON Beauv.
 A. hispidus (Thunb.) Makir.
 A. langsdorffii (Trin.) Roshev.
- Род AVENA L.
 A. fatua L.
- Род AVENASTRUM C. Koch
 A. pubescens (Huds.) Opiz.
- Род BOTRHIOCHLOA Kuntze
 B. caucasica (Trin.) C. E. Hudd.
 (=Andropogon caucasicus Trin.)
 B. ischaemum (L.) Keng.
 (=Andropogon ischaemum L.)
- Род BRACHYPODIUM Beauv.
 B. pinnatum (L.) Peauv.
 B. sylvaticum (Huds.) Beauv.
- Род BRIZA L.
 B. australis Prokud.
 B. elatior Sibth. et Smith.
 B. marcowiczii Woronow.
 B. media L.
 B. minor L.
- Род BROMOPSIS Fourr.
 B. beneckenii (Lange) Holub.
 B. riparia (Rehm.) Holub.
 (=Bromus riparius Rehm.)
 B. variegata (Bieb.) Holub.
 (=Bromus variegatus Bieb.)
- Род BROMUS L.
 B. adjaricus Somm. et Levier.
 B. commutatus Schrad.
 B. scoparius L.
 B. variegatus Bieb.
- Род CALAMAGROSTIS Adans.
 C. arundinacea (L.) Roth.

- C. epigeios* (L.) Roth.
Род CERATOCHELOA L.
C. unioloides (Willd.) Beauv.
Род COLPODIUM Trin.
C. ponticum (Bal.) Woronow.
C. variegatum (Boiss.) Gri
Род CYNODON L.
C. dactylon (L.) Pers.
Род CYNOSURUS L.
C. cristatus L.
C. echinatus L.
Род DACTYLIS L.
D. glomerata L.
Род DANTHONIASTRUM Holub.
compactum (Boiss. et Heldr.) Holub.
(=*Danthonia compacta* (Boiss. et Heldr.) Grossh.)
Род DESCHAMPSIA Beauv.
D. caespitosa (L.) Beauv.
D. flexuosa (L.) Nees.
Род DIGITARIA Hall.
D. algyptica (Petz.) Willd.
D. ciliaris (Retz.) Koel.
D. ischaemum (Schred.) Muehl.
(=*D. linearis* (L.) Crep.)
D. sanguinalis (L.) Scop.
Род DIPLACHNE L.
D. serrotina (L.) Link.
Род ECHINOCHLOA L.
E. crusgalli (L.) Beauv.
Род ELEUSINE L.
E. indica (L.) Gaertn.
E. tristachya (Lam.) Lam.
Род ELYMUS L.
E. buschianus (Roshev.) Tzvel.
E. caninus (L.) L.
(=*Agropyron abchasicum* Woron.,
Род ROEGNERIA C. Koch.
E. giganteus Vahl.
E. tractolepis (Nevski.) Tzvel.
Род ELYTRIGIA L.
E. repens (L.) Nevski.
(=*Agropyron repens* (L.) Beauv.)
Род ERAGROSTIS Wolf
E. cilianensis (All.) Vign.-Lut. ex Janch.
(=*E. megastachya* (Koel.) Link.)
E. pilosa (L.) Beauv.
Род ERIANTHUS Michx.
E. ravennae (L.) Beauv.
(=*E. purpurascens* auct. non Anders.)
Род FESTUCA L.
F. amethystina L.
F. arundinaceae Schreb.
F. djimilensis Boiss. et Bal.
F. drymeja Mert. et Koch.
(=*F. montana* Bieb.)
F. gigantea (L.) Vill.
F. rubra Huds.
F. ovina L.
F. rubra L.
F. ruprechtii (Boiss.) Krecz. et Bobr.
(=*F. ovina* L. var. *ruprechtii* Boiss.)
F. sommieri Litardiere.
(=*F. ovina* L. var. *ruprechtii* Boiss.)
F. sulcata Haek.
F. supina Schur.
F. varia Haenke.
Род GLICERIA R.Br.
G. maxima (Hartm.) Holub.
G. plicata Fries.
Род HELITOTRICHON Bess.
H. adzharicum (Albov) Grossh.
(=*Avenastrum adzharicum* (Albov) Roshev.)
H. pubescens (Huds.) Pilg.
(=*Avenastrum pubescens* Huds.)

- Род **HOLCUS** L.
H. lanatus L.
- Род **HORDEUM** L.
H. europaeum (L.) All.
H. leporinum Link.
- Род **KOELERIA** Pers.
K. albovi Domin.
K. caucasica (Domin.) Goutsch.
K. cristata (L.) Pers.
- Род **LEERSIA** Swartz.
L. oryzoides (L.) Swartz.
- Род **LOLIUM** L.
L. loliaceum (Bory et Chaub.)
 Hand.-Mazz.
L. multiflorum Lam.
L. perenne L.
 (= *L. marschallii* Stev.)
L. persicum Boiss. et Hohen.
L. rigidum Gaudin
- Род **MELICA** L.
M. nutans L.
M. taurica C. Koch
M. uniflora Retz.
- Род **MICROSTEGIUM** Nees.
M. vimineum (Trin.) A. Camus.
 (= *M. imberbe* (Nees.) Tzvel.,
Pollinia imberbis Nees.)
- Род **MILIUM** L.
M. effusum L.
M. schmidtianum C. Koch.
 (= *M. caasicum* Somm. et Lev.)
- Род **MOLINIA** Schrank
M. caerulea (L.) Moench.
M. litoralis Host.
- Род **MUHLENBERGIA** L.
M. schreberi J. F. Gmel.
- Род **NARDUS** L.
N. stricta L.
- Род **OPLISMENUS** Beauv.
O. undulatifolius (Ard.) Beauv.
- Род **PANICUM** L.
P. lindheimeri Nash.
- Род **PASPALUM** L.
P. dilatatum Poir.
P. paspaloides (Michx.) Scribn.
 (= *P. digitaria* Poir.)
P. scrobilatum L.
 (= *P. thunbergii* Kunth.)
P. thunbergii Kunth. ex Stend.
- Род **PHALAROIDES** Wolf
P. arundinacea (L.) Rauschrt.
 (= *Digraphis arundinacea* (L.) Trin.)
- Род **PHLEUM** L.
Ph. alpinum L.
Ph. montanum C. Koch.
Ph. paniculatum Huds.
Ph. phleoides (L.) Karst.
Ph. pratense L.
- Род **PIPTATHERUM** Beauv.
P. verescens (Trin.) Boiss.
- Род **POA** L.
P. alpina L.
P. angustifolia L.
P. annua L.
P. bulbosa L.
P. compressa L.
P. iberica Fisch. et Mey.
P. nemoralis L.
P. pratensis L.
P. supina Schrad.
P. trivialis L.
 (= *P. woronowii* Roshev.)
- Род **POLYPOGON** Desf.
P. semiverticillatus (Forssk.) Hyl.
 (= *Agrostis verticillata* Vill.)
- Род **ROSTRARIA** Trin..
R. cristata (L.) Tzvel.
 (= *Lophochloa phleoides* (Vill.)
 Reichenb.)

Род SCLEROPOA Griseb.

- S. rigida* (L.) Griseb.
(=*Catapodium rigidum* (L.) C. E.
Hubb.)

Род SESLERIA Scop.

- S. anatolica* Deyl.

Род SETARIA Beauv.

- S. glauca* (L.) Beauv.
S. viridis (L.) Beauv.

Род SIEGLINGIA Bernh.

- S. decumbens* (L.) Bernh.

Род SORGHUM Moench.

- S. halepense* (L.) Pers.

Род SPOROBOLUS R.Br.

- S. fertilis* (Steud.) W. Clayt.

Род TRAGUS Hall.

- T. racemosus* (L.) All.

Род TRISETUM Pers.

- T. flavescens* (L.) Beauv.
T. pretense Pers.
T. rigidum (Bieb.) Roem. et.
Schult.

Род VULPIA L.

- V. bromoides* (L.) S. F. Gray.
(=*V. derteonensis* (All.) Gola)
V. fasciculata (Forssk.) Fritsch
(=*V. uniglumis* (Sol.) Dum.,
Festuca uniglumis Soland.,
Festuca fasciculata Forssk.)
V. myuros (L.) C. C. Gmel.
(=*V. myuros* subsp. *megalura*
(Nutt.) Sojak.)

Род ZIZANIA L.

- Z. latifolia* (Griseb.) Stap.

Сем. HYDROCHARITACEAE

Род HYDROCHARIS L.

- H. morsus-ranae* L.

Род VALLISNERIA L.

- V. spiralis* L.

Сем. IRIDACEAE

Род CROCUS L.

- C. spharobjanii* Rupr.
C. speciosus Bieb.
C. vallicola Herbert.

Род IRIDODACTYUM Rodiobebko

- I. winogradowii* (Fomin) Radion

Род IRIS L.

- I. colchica* Kem.-Nath.
(=*I. graminea* auct. fl. cauc., non
L.)

- I. lazica* Albov

- I. pseudacorus* L.

- I. sibirica* L.

Сем. JUNCACEAE

Род JUNCCELLUS L.

- J. serotinus* (Rottb.) Clarke

Род JUNCUS L.

- J. acutus* L.
J. articulatus L.
(=*J. lampocarpus* Ehrh. Ex Hoffm.)
J. atratus Krock.
J. bufonius L.
J. effuses L.
J. filiformis L.
J. subuliflorus Drej.
J. tenuis Willd.

Род LUZULA DC.

- L. forsteri* (Smith.) DC.
L. multiflora (Retz.) Lej.
L. pseudosudetica (V. Krecz.) V.
Krecz.

Сем. LEMNACEAE

Род LEMNA L.

- L. minor* L.

Род SPIRODELA Schleid.

- L. polyrhiza* (L.) Schleid.

Род WOLFFIA Horkel.

- W. arrhiza* (L.) Horkel ex Wimm.

Сем. LILIACEAE

Род ANTHERICUM L.

A. liliago L.

Род ASPHODELINE Reichenb.

A. lutea (L.) Reichenb.

Род BELLEVALIA L.

B. parodoxa (F. et Mey.) Grossh.

Род COLCHICUM L.

C. speciosum Stev.

(=*C. liparochiads* Woronow)

C. umbrosum Stev.

Род CONVALLARIA L.

C. transcaucasica Utkin.

Род ERYTHRONIUM L.

E. caucasicum Woronow

Род FRITILLARIA L.

F. latifolia Willd.

Род GAGEA Salisb.

G. alexeenkoana Misch.

G. anisanthos C. Koch.

G. lutea (L.) Ker-Gawl.

(=*G. sylvatica* Loud.)

G. sulpharea Misch.

Род LILIUM L.

L. caucasicum (Musc.) Grossh.

Род MUSCARI Mill.

M. dolichanthum Woronow et Tron.

(=*M. steupii* Woronow et Tron.)

Род ORNITHOGALUM L.

O. balansae Boiss.

(=*O. schmalhauseni* Albov)

O. magnum Krasch. Et Schischk.

(=*O. arcuatum* Boiss. non Stev.)

Род PARIS L.

P. incompleta Bieb.

Род POLYGONATUM Mill.

P. glaberrimum C. Koch

(=*P. officinale* auct fl Abch.)

P. multiflorum (L.) All.

P. polyanthemum (Bieb.) A. Dietr.

P. verticillatum (L.) All.

Род PSEUDOMUSCARIGarb. et

Greuter

P. pallens (Bieb.) Garben

Род SCILLA L.

S. bifolia L.

S. monanthos C. Koch.

(=*S. cernua* Boiss.)

S. nivalis Boiss.

(=*S. bifolia* L. var. *nivalis* Boiss)

S. winogradowii Sosn.

(=*S. roseni* C. Koch. Var. *pulchella* Misch.)

Сем. ORCHIDACEAE

Род ANACAMPTIS Rich.

A. pyramidalis (L.) Rich.

Род CEPHALANTHERA Rich.

C. damasicum (Mill.) Druce

(=*C. graminiflora* L., *C.*

lonchophyllum L. fil.)

C. longifolia (L.) Fritsch.

C. rubra (L.) Rich.

Род COELOGLOSSUM L.

C. viride (L.) C. Hartm.

Род DACTYLORHIZA Nevski

D. caucasica (Klinge) Soo

(=*Orchis caucasica* Soo, *O. euxina* Nevski)

D. lancibracteata (C. Koch.) Renz.

(=*Orchis triphylla* Nevski, non C. Koch.)

Род EPIPACTIS Zinn.

E. helleborine (L.) Crantz.

(=*E. latifolia* (L.) All.)

Род GYMNADENIA R. Br.

G. conopsea (L.) R. Br.

Род OPHRYS L.

O. apifera Huds.

- O. caucasica* Woronow
O. oestrifera Bieb.
 Род ORCHIS L.
O. caucasica (Klunge) Soo
O. maculate (L.) L.
O. masculata (L.) L.
O. morio L.
O. purpurea Huds.
 (= *O. maxima* C. Koch.)
O. tridentate Scop.
 Род PLATANTHERA Rich.
P. chlorantha (Cust.) Reichenb.
 Род SERAPIAS L.
S. vomeracea (Burm.) Briq.
 Род SPIRANTHES Rich.
S. spiralis (L.) Chevall.
 (= *S. autumnalis* (Bob.) Reichenb.)
 Род TRANSTEINERA Reichenb.
T. globosa (L.) Reichenb.
 (= *Orchis globosa* L.)
T. spaerica (Bieb.) Schlechter
 Сем. POTAMOGETONACEAE
 Род POTAMOGETON L.
P. alpinus Balbis.
- P. crispus* L.
P. lucens L.
P. nodosus Poir.
P. pectinatus L.
P. pusillis L.
 Сем. RUSCACEAE
 Род RUSCUS L.
R. aculeatus L.
 (= *R. ponticus* Woronow ex
 Grossh.)
R. colchicus P. Yeo.
 (= *R. hypophyllum* auct. fl. Cauc.,
 non L.)
R. X magnificus Kolak. et
 Czitanava
 Сем. SMILACACEAE
 Род SMILAX L.
S. excels L.
 Сем. SPARGANIACEAE
 Род SPARGANIUM L.
S. neglectum Beeby
 Сем. TYPHACEAE
 Род TYPHA L.
T. latifolia L.

**А. В. Коскин, С. М. Чытанаа,
В. О. Гэлиа, М. В. Хышба**

КОЛХИДАТӘИ АФЛОРА АГЕРБАРИ

Аннотация. *Акэатәи Аботаникатә баҳча (ААР Аботаникатә институт) Колхидатәи афлора агербари чыдарас иамоу – иара афонд иалоу ахкқәа зегьы еизгоуп атропикантыйтәи Европа Колхидатәи афлористикатә рефугием аҕы. 1986 шықәса инаркны «Чыдала изеичахатәу» ҳа адырга атаны адунеитә каталог ианылеит. Астатиаҕы иазаатгылоуп Колхидатәи афлора агербари иаҕкаара аҕоурыхи уи иахьатәи аҕагылазаашьеи.*

Ихадароу ажәакәа: *Акэатәи аботаникатә баҳча, агербари, Колхидатәи афлора, арефугиум.*

**A. V. Koskin, S. M. Chitanava,
V. O. Gulia, M. V. Khishba**

HERBARIUM OF COLCHIS FLORA STATE SCIENTIFIC INSTITUTION “BOTANICAL INSTITUTE OF THE ACADEMY OF SCIENCES”

Annotation: *The herbarium of the Colchis flora of the Sukhum Botanical Garden (now the Botanical Institute of the Academy of Sciences) is unique in that the species of the fund are collected in the Colchis Floristic Refugium in extratropical Eurasia. Since 1986, it has been included in the world catalog of herbariums marked “Especially valuable”. The article presents the history of the creation of the herbarium of the Colchis flora and its current state.*

Keywords: *Sukhumi Botanical Garden, herbarium, Colchis flora, refugium.*

НАИБОЛЕЕ РАСПРОСТРАНЕННЫЕ СУБТРОПИЧЕСКИЕ ПЛОДЫ В РЕСПУБЛИКЕ АБХАЗИЯ

Аннотация. В работе изучены источники литературы и выполнено исследование некоторых показателей химического состава мандарина, фейхоа и киви для определения возможности их переработки. Эффективным и целесообразным путём повышения пищевой ценности консервов является использование экологически чистых резервов пищевого сырья, к которым можно отнести субтропические плоды, которые позволяют не только интенсифицировать технологические процессы производства, но и существенно расширить сырьевую базу для производства консервов.

Ключевые слова: *фейхоа, киви, мандарин, пектиновые вещества.*

Наиболее распространенные из субтропических плодов – цитрусовые – практически не отличаются друг от друга по содержанию пектиновых веществ (содержание пектина колеблется в пределах от 9 до 14 % (Абшилава 2013; Айба 2004; Ларина 2002).

Именно цитрусовые являются визитной карточкой Черноморского побережья, где возделываются в достаточно больших объемах и, кроме употребления в свежем виде в течение сезона созревания, могут быть использованы для переработки.

Абхазский мандарин давно уже стал национальным брендом республики, и на территории постсоветского пространства традиция украшать цитрусовыми новогодний стол по-прежнему существует.

Плоды мандарина – ценный диетический фрукт, который повышает аппетит, улучшает обмен веществ и насыщает организм витаминами в зимнее время.

Историческая родина мандаринов – современная Индия, где мандарины стали выращивать несколько тысяч лет назад. Позже цитрусовые (мандарины) были завезены в Китай, именно там они и получили сегодняшнее название.

В XVI веке, после многочисленных крестовых походов, вкус мандарина узнала и Европа. Семена цитрусовых сюда привозили рыцари. Так в домах богатых стали появляться оранжереи (от французского – *orangerie*, сад для апельсинов). Довольно быстро мандарины появились в Италии, Греции, Испании и Турции. Они оказались не такими прихотливыми, и хорошо приживались в несвойственном им климате. Из Китая мандарины переко-

чевали на японские острова, а из Испании – в Марокко. В Абхазию мандарины впервые завезли из Турции.

В наше время из Абхазии на российские рынки поставляют сотни, а то и тысячи тонн мандаринов – в зависимости от урожая. Крупными партиями мандарины начинают вывозить с октября.

Собранные мандарины отправляют в цеха, где работники сортируют их по размеру, качеству и определяют спелость плода. Испорченные, «ржавые», мелкие и недоспелые мандарины складывают в отдельные ящики, большинство из них впоследствии отбраковывают и выбрасывают. На прилавки поступают лишь отборные и сочные цитрусы.

От марокканских и испанских абхазские мандарины отличаются и вкусом, и размером, и строением кожуры. Абхазский мандарин имеет кисло-сладкий вкус, кожура плотно прилегает к долькам, аромат сильно выраженный. По размеру плоды в основном небольшие.

Практически невозможно встретить в продаже абхазские мандарины, обработанные химикатами или натертые специальным воском для придания им глянцевого вида. Хотя они и выглядят скромнее своих заморских собратьев, не такие яркие и блестящие, но зато они отличаются экологической чистотой.

По вкусовым качествам мандарины превосходят все другие цитрусовые. Благодаря этому в последние годы на фоне снижения интереса к апельсинам наблюдается неуклонный рост потребления мандаринов, в связи с чем именно в этой группе цитрусовых постоянно появляется наибольшее количество новых сортов и видов. На международном рынке более высоко ценятся бессемянные виды и сорта.

Мандарины очень полезны, содержат широкий спектр витаминов, кислот и микроэлементов. Свойство всех цитрусовых – значительное количества витамина С. Мандарины имеют в составе пектины, минеральные соли, гликозиды, витамины В1, В2, К, D, эфирное масло.

Мандарины выделяются из всех цитрусовых наиболее высокой массовой долей углеводов (8,25–12,1 %), в том числе сахаров (6,5–10,1 %). Массовая доля белков достигает в плодах 0,6–0,8 %; органических кислот – 0,6–2,0 %; минеральных веществ – 0,5–0,7 %. Уровень содержания витамина С в плодах ниже, чем у других представителей семейства (28–38 мг/100 г). Массовая доля эфирных масел в кожице достигает 2,5 % (*Линич 2018*).

Еще одной из популярных субтропических культур является фейхоа. Впервые растения фейхоа были обнаружены европейцами в Бразилии в конце XIX века. Родина этой культуры – горные районы южной Бразилии, Колумбии, Уругвая и северной Аргентины. Типичное субтропическое растение.

В Европе, именно во Франции, фейхоа впервые появилось в 1890 году. Оттуда в 1900 году первые черенки доставили в Ялту и на Черноморское побережье Кавказа (Абхазия). В дальнейшем растение стали культивировать по всему Закавказью. Культура используется в субтропической зоне Черноморского побережья Кавказа не только как плодовая, но и как декоративная.

Фейхоа относится к семейству миртовых (Myrtaceae) и является ближайшим родственником гуавы. *Acca sellowiana* (O. Berg) представляет собой небольшие деревья высотой 3–4 м или кустарники. Урожайность с одного дерева составляет в зависимости от сорта и региона возделывания 20–120 кг.

Плоды фейхоа богаты многими минеральными веществами, а по содержанию йода не имеют конкурентов среди других плодовых культур.

Массовая доля сахаров в плодах фейхоа составляет 5,9–12 % (главными считаются глюкоза и сахароза). Нерастворимые углеводы представлены клетчаткой (до 4,0 %) и пектиновыми веществами (пектин и протопектин), массовая доля которых составляет от 1,0 до 2,4 %, причем многие авторы отмечают хорошие желирующие свойства и высокое содержание низкоэтерифицированного пектина. Из органических кислот, массовая доля которых от 1,0 до 2,4 %, основной кислотой является яблочная. Кислотность сырья также оптимальная для получения гелеобразных продуктов. Немаловажным фактором является высокое содержание минеральных веществ, достигающее до 0,5–1,0 %. Из витаминов в плодах данной культуры многие авторы отмечают высокое содержание витамина С (до 100 мг/100 г). Аромат, присущий плодам фейхоа, определяется в первую очередь присутствием метилбензоата (до 82 % от содержания всех ароматических веществ), этилбутирата и этилбензоата (*Линич 2018*).

Киви – относительно новая культура, которая прижилась и стала популярной и востребованной в Абхазии. Исторической родиной киви является южный Китай: лесные массивы в долине рек Янцзы и Кианг (отсюда и китайское название растения янг-тао). Впервые растение и плоды киви упоминаются в средневековой китайской литературе лишь в XV веке. Затем, насколько мы можем судить по отсутствию каких-либо сведений в китайских источниках, о нем забывают. Киви богат микро- и макроэлементами. В нем представлены железо, кальций, магний, натрий, сера, фосфор, хлор, йод, кобальт, молибден, фтор, в среднем их содержится порядка от 0,8 до 47 мг. Много полезных витаминов, групп А, В, РР, Е, однако более всего в составе присутствуют витамин С и витамин В₉ (фолиевая кислота). Киви также богат глюкозой, фруктозой и клетчаткой, помогающими организму полностью насытиться и не испытывать чувство голода.

Количество углеводов может различаться в зависимости от степени зрелости, для более созревших плодов – 9,00 – 11,3 %, в том числе пектиновых веществ 0,3–0,7 %, сахаров – 8,5–12 %, крахмала – 0–0,054 %. При этом глюкоза и фруктоза присутствует практически в равном соотношении, в то время как доля сахарозы в два-три раза ниже. Массовая доля белков колеблется от 0,62 до 1,75 %, органических кислот – 0,82–1,8 %, минеральных веществ 0,6–1,5 %, жиров от 0,2 до 0,6 %. Органические кислоты представлены в основном хинной (0,42–1,10 г/100г), яблочной (0,074–0,31 г/100 г) и лимонной (0,46–1,6 г/100 г) кислотами. Минеральные вещества представлены, как и в других плодах, преимущественно железом, кальцием, калием, барием и магнием (Линич 2018).

Киви выделяется среди других плодов высоким содержанием витаминов С (от 50 до 300 мг/100 г) и Е (1,2 мг/100 г), а вот другие витамины представлены в нем не в столь значительной степени.

Анализ литературных источников позволил сделать обобщение по основным макро- и микронутриентам рассмотренного сырья – для лучшего ориентирования в их возможных функциональных свойствах (таблицы 1,2).

Таблица 1

Пищевая и энергетическая ценность субтропических плодов

Наименование плодов	Массовая доля						
	белков, %	жиров, %	углеводов, %	витаминов, мг/100г			
				С	Каротин	В ₁	В ₂
Фейхоа	0,9	–	6,7	34,0	–	–	–
Киви	1,0	0,6	10,0	71,0	0,37	0,02	0,05
Мандарин	0,7	0,3	10,1	30	0,34	0,06	0,03

Таблица 2

Минеральный состав и энергетическая ценность субтропических плодов

Наименование плодов	Минеральный состав, мг/ 100 г			Энергетическая ценность, ккал/кДж
	К	Са	Р	
Фейхоа	190	50	–	35/146
Киви	295	38	31	51/213
Мандарин	210	33	20	46/192

Таблица 3

Основные показатели химического состава плодов мандарин (средние данные за 2020–2021 гг.)

Наименование плодов	Средняя масса одного плода, г	Сухие вещества, %	Пектин, % Са пектата	Сахара/кислота, %
Фейхоа	30	15	3,2	2–4
Киви	60	19	1,2	5–9
Мандарин	60	12	9,3	6–8

Пектиновые вещества относятся к классу полисахаридов, что и определяет их основные физико-химические свойства.

Весьма успешное возделывание субтропических и тропических культур в условиях Абхазии во многом определяется соответствием климата региона для получения плодов высокого качества и продуктивности. Так, среднегодовая температура воздуха составляет 13,0–14,0 °С, сумма среднегодовых осадков варьирует от 1 200 мм до 1 400 мм, средняя температура января находится в пределах 9,6 – 12,9 °С, средняя температура июля составляет 21,3 – 25,0 °С.

Субтропические плоды в основном используют в свежем виде. Также из них производят соки, компоты, желе, варенье, мармелад и джем. Каждый из представленных видов консервной продукции имеет свои преимущества и недостатки, связанные с возможностью сохранения основных полезных компонентов исходного плодового сырья в готовой продукции и, соответственно, возможности оказания полезного физиологического воздействия на организм человека при употреблении в консервированном виде в межсезонье.

Эффективным и целесообразным путем повышения пищевой ценности консервов является использование экологически чистых резервов пищевого сырья, к каким можно отнести плоды фейхоа, мандарина и киви, которые позволят не только интенсифицировать технологические процессы производства, но и существенно расширить сырьевую базу для производства консервов.

Максимальное внимание необходимо уделять созданию продуктов питания, способных повысить защитные системы организма, положительно влияющих на иммунную систему, снижающих риск развития различных заболеваний.

Использование экологически чистого сырья из субтропических культур, произрастающих в Республике Абхазия, позволит в полной мере производить продукцию различного назначения. Полученные данные говорят о том, что из субтропического сырья можно производить многокомпонентные консервы.

В связи с этим возрастает необходимость в изготовлении консервной продукции, обладающей ценными пищевыми и лечебно-профилактическими свойствами.

Литература

Абшилава 2013: Абшилава А. Н. Совершенствование технологических процессов хранения и переработки плодов фейхоа с учетом сортовых особенностей. Автореф. дис. к. т. н: 05.18.01 / Абшилава А. Н. Краснодар, 2013. 152 с.

Айба 2004: Айба Л. Я. Малораспространенные субтропические культуры / Л. Я. Айба, О. Г. Воронова // Материалы науч.-практич. конф., 20–24 сентября 2004 г. // Субтропическое садоводство России и основные направления научного обеспечения его развития до 2010 года. ГНУ Всероссийский НИИ цветоводства и субтропических культур. Сочи. 2004. Т. 39. С. 511–517.

Ларина 2002: Ларина Т. В. Тропические и субтропические плоды. Справочник товароведа. М.: ДеЛипринт, 2002. 254 с.

Линич 2018: Линич Е. В. Функциональное питание / Е. В. Линич, Э. Э. Сафонова // Пищевая промышленность. 2018. 116 с.

А. Н. Акаба

АПСНЫ АРЕСПУБЛИКАҶЫ ЕИҶА ИАЛАРЦӘОУ АСУБТРОПИКАТӘ ШӘЫРҚӘА

Аннотация. *Амандаринеи, афеихоаи, акивии рхимиатә казшьарбақәа реила-заашья тйааун, урт ахархэараҶы лиарақәас ирымоу ашьақәыргыларазы. Аконсервт фатәқәа рыкайараан, еиҶа зылийиәа бзиоу, хаҶара злоу мааны ишьатәун — ицқоу аалый азхьаҶира, зегь раҶхьазагы асубтропикатә шәырқәа. Икайоун алкаа аконсервқәа рыкайара артбааразы, урт злийиәа аиәырхқәа раазара артбаара.*

Ихадароу ажәакәа: *афеихоа, акиви, амандарина, апектинтә матәашьарқәа.*

A. N. Akaba**THE MOST COMMON SUBTROPICAL FRUIT IN THE REPUBLIC
OF ABKHAZIA**

Annotation. *Some indicators of the chemical composition of mandarin, feijoa and kiwi were studied in order to determine the possibility of their processing. An effective and expedient way to increase the nutritional value of canned food is the use of environmentally friendly stocks of food raw materials, which include subtropical fruits, which will not only intensify production processes, but also significantly expand the raw material base for the production of canned food.*

Keywords: *feijoa, kiwi, tangerine, pectin substances*

АРЕЦЕНЗИАҚӘА РЕЦЕНЗИИ

Э. Ш. Губаз, Н. В. Марко

Рецензия на книгу З. И. Адзинба «Кальцефильные эндемы флоры Колхиды (география и экотопология)» (Сухум: Academia, 2021. 215 с.)

В том, что сегодня охрана биосферы и ее базового компонента – растений приобрела особую актуальность, не вызывает сомнений. Внимание к научным темам, связанным с охраной и рациональным использованием растительного мира, в последнее время заметно возросло. Сегодня Абхазия – одна из немногих стран мира, где леса сохранены в девственном состоянии, а реки являются самыми чистыми на планете. Абхазия – флористически наиболее богатая область на Кавказе.

Из поколения в поколение в среде абхазов передавалось трепетное отношение к окружающей природе. Это завет предков, оставивших нам высокоразвитую, самобытную древнюю культуру, чтобы мы хранили ее как эликсир бессмертия народа, бережно передавали от отца к сыну, от сына к внуку. И так бесконечно.

Как писала Н. И. Сообцокова: «Здесь, на древней земле адыгов, абхазов, каждый камень, каждое дерево повествует нам о безграничной любви наших предков к родной земле. Здесь красота горных ущелий и быстрых речек таят в себе силу и мудрые заветы предков, кровью которых полита каждая пядь этой прекрасной земли. Если всмотреться в окружающую нас природу, перед нами откроется целый мир, наполненный ощущением той святой радости земного бытия, той печали, навеянной тишиной и величием природы» (*Сообцокова 2009*).

Изучению и сохранению природы и ландшафтов родного края, его растительного биоразнообразия, уникальности и неповторимости флоры Абхазии посвятил жизнь Зураб Иосифович Адзинба. В его монографии «Кальцефильные эндемы флоры Колхиды» (*Адзинба 2021*) представлен результат многолетних исследований эндемичной флоры Кавказа.

Автор данной монументальной работы З. И. Адзинба – известный ученый ботаник-географ, кандидат биологических наук, доцент АГУ, член-корреспондент Международной академии наук по экологии, Безопасности человека и природы (г. Санкт-Петербург), заслуженный деятель науки Республики Абхазия, ученик выдающегося ботаника с мировым именем А. А. Колаковского – автора многотомной флоры Абхазии. Участник многочисленных экспедиций по Кавказу, неутомимый труже-

ник, ответственный и инициативный работник, влюбленный в природу, Зураб Иосифович на протяжении десятилетий изучал, сохранял, документировал природное растительное разнообразие и уникальность флоры Абхазии. Результаты этих колоссальных исследований обобщены и представлены в его научных трудах. З. И Адзинба – автор более 90 научных работ, среди которых десять монографий, посвященных флористике, картографии, вопросам охраны природных растительных комплексов в целом и в частности в заповедниках. Издание «Кальцефильные эндемы флоры Колхиды» (2021) представляет особую ценность. В том же 2021 году Зураб Иосифович Адзинба за значительный вклад в изучение и сохранение растительного биоразнообразия Абхазии, подготовке научных кадров, создание и сохранение гербария, пропаганду экологического воспитания был награжден грамотой президиума Академии наук Абхазии. Зураб Иосифович Адзинба пешком обошел всю территорию нашей республики, начиная от низменной части заканчивая ее горной цепью. Во время экспедиций он исследовал географию и экотопологию эндемичных представителей флоры Абхазии, уделяя особое внимание вопросам сохранения растительного биоразнообразия, уникальности и неповторимости флоры Абхазии и Колхиды. Как никто другой он знает состояние флоры и растительности на современном этапе, места произрастания редких и уникальных местных видов. Зураб Иосифович Адзинба считает, что эти места не должны быть доступны для массового посещения туристами, поскольку из-за этого мы можем потерять навсегда редчайшие растения – эндемы Абхазии, а это не допустимо.

Опираясь на результаты исследований флоры Колхиды глубиной более 100 лет, выводы предшественников – Н. М. Альбова, Ю. Н. Воронова, А. А. Федорова, А. А. Гроссгейма и многих других, а также на работы своего учителя А. А. Колаковского, а еще и ученика С. М. Читанава, на материалы собственных сборов с 1975 г. и – для подведения итогов – в результате анализа обширных гербарных коллекций ведущих научных учреждений России, Грузии, Швейцарии, Зураб Иосифович Адзинба составил список кальцефильных эндемиков флоры Северной Колхиды, который впервые представил в рецензируемой работе.

Монография «Кальцефильные эндемы флоры Колхиды» состоит из четырех разделов: Введение; История изучения кальцефильных эндемиков флоры Колхиды; Географическое распространение эндемиков флоры Колхиды в связи с природными особенностями региона; Особенности экологии эндемиков Колхиды (в этом разделе дана классификация основных экотопов известняковых эндемиков).

Особенность работы еще и в том, что автор привлекает внимание к проблеме сохранения биоразнообразия Кавказа в связи с наблюдающимся рекреационно-хозяйственным освоением объектов природы путем изучения и анализа флористического разнообразия, определения его видового состава, степени эндемизма, распространения, приуроченности к определенным экосистемам, обоснования необходимости выделения Северо-Колхидского известнякового флористического региона, ядром которого является Абхазия.

Всего во флоре Колхиды по современным данным (Читанова 2004), из 2 950 автохтонных видов эндемиками являются 750 видов. Из них 125 видов (16,7%), согласно исследованиям З. И. Адзинба, являются кальцефильными эндемиками. В монографии представлен «Конспект кальцефильных эндемов флоры Колхиды», насчитывающий 125 видов растений из 30 семейств, среди которых 67 видов из 22 семейств – кальцефильные эндемы флоры Абхазии. Из них 28 узколокальных видов из 15 семейств. Важным показателем оригинальности и своеобразия этой небольшой группы кальцефильных эндемов является наличие в ней относительно большого числа представителей олиготипных и монотипных родов. Все это свидетельствует об уникальности и неповторимости флоры Абхазии, ее самобытности.

Огромное количество фактов, почерпнутых из результатов собственных исследований в сочетании с теоретическими обобщениями, позволили Зурабу Иосифовичу обосновать правомерность и целесообразность выделения Северо-Колхидского известнякового района с центром в Абхазии в особый ботанико-географический район. В работе подчеркивается, что центром кальцефильного эндемизма Колхиды является известняковая Абхазия, на массивах которой сосредоточено 54,4% видов этой группы растений, а по периферии к западу и востоку число их постепенно уменьшается. В монографии сделан акцент, что особо богаты эндемами скально-лесные и еще больше – высокогорные литофильные комплексы внутри известняковой полосы, «не имеющие аналогов на Кавказе». Автор выделяет Фишт-Оштенскую, Гагринско-Бзыбскую и Асхинскую группы районов в лесном, верхнелесном и альпийском поясах, среди которых наиболее богатой флористически признается Гагрско-Бзыбская группа районов, особенно ее альпийская часть. Такая концентрация кальцефильных эндемов в Абхазии связана с тем, что до высоты почти в 3000 м вся территория сложена известняками с богатым спектром экотопов. И еще несколько важных аспектов анализируемой монографии: для каждого вида приводится оригинальная трехмерная схема точечных ареалов эндемов и их высотного распространения на известняковых массивах Западного и частично Центрального За-

кавказья. Представлена общая таблица распределения видов этой группы растений по ботанико-географическим районам (Черкесия, Абхазия, Мингрелия, Рача-Имеретия) с указанием крайне стенотопных видов. Отмечается также их распределение по высотным поясам и приуроченность к определенным экотопам. Выделены 11 наиболее характерных типов экотопов основных местообитаний кальцефильных эндемиков Колхиды, представлена схема размещения всех выделенных типов экотопов.

Особая значимость монографии заключается в том, что в ней представлен полный список топонимов мест (около 340 наименований) распространения каждого вида с общей картой их локализации, а также картосхемы точечных ареалов со шкалой высотного распространения каждого из них. Это важный и необходимый инструмент для работы ботаников и экологов. Представленная карта удобна для использования – и при поиске не только эндемичных видов, и во время работы с другими видами для определения и фиксации их локализации, а также при работе с гербарным материалом.

Монография З. И. Адзинба «Кальцефильные эндемы флоры Колхиды» будет весьма полезна и интересна ботаникам-флористам, студентам и любителям природы. Работа имеет важное краеведческое и природоохранное значение, представляет собой историческую и научную ценность. Это уникальный ресурсный флористический труд с глубиной исследований более 100 лет. По сути, монография З. И. Адзинба «Кальцефильные эндемы флоры Колхиды» является первоосновой для создания «Красной Книги Республики Абхазия».

Учитывая значимость монографии З. И. Адзинба «Кальцефильные эндемы флоры Колхиды (география и экотопология)», Ученый совет Ботанического института АНА (протокол № 23) представил работу З. И. Адзинба на рассмотрение Государственной комиссии по присуждению Государственной премии по науке им. академика Г. А. Дзидзария.

Р. С. К моменту отправления Вестника Академии наук (серия «Естественные науки») в печать итоги конкурса были уже подведены, и мы рады сообщить, что З. И. Адзинба был удостоен Государственной премии по науке им. академика Г. А. Дзидзария за монографию «Кальцефильные эндемы флоры Колхиды (география и экотопология)».

Литература

Адзинба 2021: Адзинба З. И. Кальцефильные эндемы флоры Колхиды (география и экотопология) / отв. ред. Читанова С. М. Сухум, 2021. 215 с.: ил.

Сообцокова 2009: Сообцокова Н. И. Адыги – Черкесы [Текст]: люди, нравы, обычаи и традиции / Н. И. Сообцокова. Майкоп, 2009. 352 с.

Читанава 2004: Читанава С. М. Флора Колхиды: Материалы к конспекту флоры дикорастущих сосудистых растений. Сухум, 2004. 240 с.

АҚӘРАНЫҒӘА • ЮБИЛЕИ

Л. Я. Айба, Н. В. Марко

МУДРЫЙ РУКОВОДИТЕЛЬ – ОПОРА КОЛЛЕКТИВА (Эдуарду Шамильевичу Губаз – 75 лет)



Эдуарду Шамильевичу Губаз – директору Ботанического института АНА, кавалеру ордена «Ахьдз-апша» III степени, заслуженному деятелю науки Республики Абхазия, известному ученому-аграрнику, растениеводу, интродуктору растений, ученому-ботанику, кандидату сельскохозяйственных наук 25 июля 2023 года исполнилось 75 лет.

Э. Ш. Губаз родился в с. Джирхуа Гудаутского района Абхазской АССР в семье председателя колхоза Шамиля Мамсыровича Губаз. Во время Великой Отечественной войны Шамиль Мамсырович ушел добровольцем на фронт, а по возвращении домой, спустя несколько лет, в 1950 году скончался от полученных ранений. В то время нашему юбиляру было всего год от роду. Вся ответственность за воспитание и обучение сына легла на хрупкие плечи доброй и отзывчивой матери, Зинаиды Басиатовны Барцыц.

После окончания Джирхуаской средней школы в 1965 году Э. Ш. Губаз поступает в Сухумский институт субтропического хозяйства. Завершив

полный курс обучения в 1970 году, он получает диплом с квалификацией ученого агронома-субтропика. В судьбе будущего ученого, в определении научного направления большую роль сыграл педагог-наставник и большой патриот Абхазии Виктор Дорофеевич Хишба, воспитавший целую плеяду ученых-аграрников, о котором сам Эдуард Шамильевич всегда отзывается с теплом и восхищением (*Айба, Губаз 2015*).

С 1970 по 1971 гг. Э. Ш. Губаз проходил службу в рядах Советской армии, а вернувшись, оказывается в числе организаторов первого научно-исследовательского учреждения в Гудаутском районе – опорного пункта Всесоюзного НИИ растениеводства. Он начинает свою карьеру с должности старшего лаборанта, затем становится научным сотрудником, а затем и самым молодым директором Гудаутского опорного пункта Сухумской Ордена Трудового Красного Знамени опытной станции субтропических культур Всесоюзного института растениеводства (ВИР) им. Н. И. Вавилова. Под его руководством были построены научный корпус и многоквартирный жилой дом для сотрудников станции, проведен водопровод. На базе опорного пункта прошли научно-производственные испытания более 1000 сортов плодовых культур, в том числе более 700 сортов персиков, 250 сортов субтропических плодовых, орехоплодных, 200 видов, сортов и форм эфирномасличных и пряно-пищевых культур.

С 1978 по 1982 г. Эдуард Шамильевич учится в аспирантуре Всесоюзного института растениеводства (ВИР) им. Н. И. Вавилова в г. Ленинграде и в 1983 году защищает кандидатскую диссертацию на тему «Биологическая характеристика и содержание эфирных масел новых видов эвкалиптов в условиях Абхазии» (*Губаз 1983*).

С 1980 по 1991 г. Эдуард Шамильевич работает секретарем парткома ВИРовского филиала, в те годы это руководящая и очень ответственная должность и роль в коллективе. Практически одновременно – с 1984 года – Э. Ш. Губаз становится сотрудником отдела технических культур Сухумской опытной станции ВИРа им. Н. И. Вавилова, а впоследствии возглавляет его. Это был период, когда его деятельность как ученого направлена на развитие интродукции, биологии и технологий возделывания эфиромасличных, пряно-пищевых и лекарственных культур. Совместно с коллегами из Краснодарского НИИ пищевой промышленности Эдуард Шамильевич ведет большую работу по освоению новых субтропических пряно-пищевых культур, по результатам которой была разработана и запатентована технология изготовления душистого перца смеси «Кавказская», одним из компонентов которой является коричник Зибольда (Абхазский биографи-

ческий словарь 2015). В соавторстве с д-ром с.-х. наук А. Н. Фогелем им была разработана рецептура мазей, духов, лекарственных препаратов с использованием ароматических соединений из куркумы, кардамона, новых видов эвкалиптов и других растений, получены два патента на создание сортов (*Фогель, Бокарева, Губаз 1985*). Интродуцированы виды и формы ценнейшей медовой травы *Stevia rebaudiana* Bertoni, дающей в условиях Абхазии семена.

В 1992–2000 гг. Э. Ш. Губаз становится директором научно-производственного объединения чая и субтропических культур и одновременно заместителем директора НИР НИИСХ АНА. Им были привлечены свыше 1000 сортов субтропических растений, обогащён бесценный генофонд культурных растений НИИСХ АНА, который и сегодня является не только национальным достоянием Республики Абхазия, но и всей мировой сельскохозяйственной науки. Это не имеющий цены материал для выведения новых сортов и культур (*Айба, Губаз 2009*).

Под руководством Э. Ш. Губаз ведется большая работа по агробиологическому изучению мировой коллекции субтропических, технических, пряно-пищевых и континентальных культур. Вместе с академиком РАН, профессором, д-ром с.-х. наук Г. А. Ереминым Э. Ш. Губаз впервые в условиях Абхазии исследует более 750 сортообразцов семечковых и косточковых плодовых культур. Из них выделены и районированы такие сорта персика, как «Амсен», «Сухумский оранжевый», сливы «Обильная», «Десертная», «Пионерка», которые и сегодня успешно плодоносят на приусадебных участках населения нашей страны. В результате углубленного изучения выделены и рекомендованы к производству ценные и перспективные сорта груши «Конференция», «Бере-Боск»; яблони «Мелба», «Старкинг», «Делишес» и др. Благодаря настойчивости, энергии и личным связям Э. Ш. Губаз с руководством Всероссийского института растениеводства была организована подготовка национальных кадров высшей квалификации в области растениеводства. В 2000–2002 гг. он – научный консультант Майкопского филиала ВИРа им. Н.И. Вавилова. С 2003 г. – заведующий отделом дендрологии ГНУ «Ботанический институт АНА», а с 2009 г. становится директором Института.

В качестве руководителя Э. Ш. Губаз продолжает традиции научного учреждения и при этом внедряет полезные новшества, создает условия для работы и сохранения коллекций, привлекает молодые кадры. Благодаря настойчивости и организаторским способностям Э. Ш. Губаз завершены ремонт и реставрация административного и научного здания института, увеличены площади, на которых разместились новые научные кабинеты.

Выделено и оборудовано в соответствии с международными стандартами отдельное помещение для хранения Гербария колхидской флоры, внесенного в Каталог мировых гербариев в Нью-Йорке как особо ценного. Кроме того, оборудована семенная лаборатория, инициированы работы по сбору и хранению семян. В распоряжении сотрудников – современная оргтехника, необходимая для эффективной работы. Эдуард Шамильевич – руководитель чуткий, знает проблемы каждого и всегда поддержит и словом, и делом.

Возглавив ГНУ «БИН АНА», Э. Ш. Губаз возобновил издание научного журнала «Труды Ботанического Института АНА». И это благодаря его инициативе ГНУ «Ботанический институт АНА» в 2009 году стал членом Ассоциации ботанических садов России, что равнозначно политическому признанию Абхазии в международном биологическом научном сообществе.

Много внимания уделяет Эдуард Шамильевич вопросу сохранения растительного биоразнообразия республики как на уровне имеющихся ценнейших растительных коллекций, так и на уровне охраны природы, стимулируя процессы создания и оформления Красной Книги Республики Абхазия (Губаз, Марко 2022).

Еще одно важное дело удалось сдвинуть с места Эдуарду Шамильевичу. После Отечественной войны народа Абхазии в Сухумском ботаническом саду (ГНУ «БИН АНА») была приостановлена подготовка кадров высшей квалификации, отсутствовала аспирантура и, естественно, стала чувствоваться нехватка специалистов-ботаников высшей категории. Эдуард Шамильевич поручает ведущим ученым принимать аспирантов, лично контролирует процесс их обучения и подготовки диссертационных работ. В 2017 году Э. Ш. Губаз и С. М. Бебия впервые организуют работу Разового диссертационного совета с привлечением ведущих российских ученых. Впервые в Абхазии были защищены три диссертации по специальности «ботаника», а соискатели В. О. Гулия, В. Д. Лейба и Р. М. Хварцкия получили степень кандидата биологических наук. Недавно в Институте состоялась защита еще нескольких соискателей степени кандидата биологических наук, прошедших обучение в аспирантуре на базе Института ботаники при Академии наук Абхазии. В ближайшее время защиты будут утверждены в соответствии с уставами АНА, Института и соответствующим Положением.

Не теряет связь Эдуард Шамильевич и с высшими профильными учебными учреждениями: его часто приглашают в качестве председателя ГАК на агро-инженерном и биолого-географическом факультетах Абхазского государственного университета, он содействует учебной практике студентов местных и российских вузов, участвует в организации увлекательных экскурсий для школьников.

Э. Ш. Губаз отлично знают зарубежные коллеги, он пользуется заслуженным авторитетом в международной научной среде, является членом Совета ботанических садов России и Российского ботанического общества. Он – участник многих международных научных экспедиций (Китай, Узбекистан, Латвия, Литва, Таджикистан, Туркменистан, Молдова, Украина и др.) и конференций, конгрессов и съездов различного уровня в России, Беларуси, Китае, Великобритании, на которых он достойно представляет абхазскую биологическую науку, выступая с докладами. Эдуард Шамильевич и сам имеет немалый опыт в организации международных научных конференций, посвящённых юбилею Сада. Все они проходят на высоком уровне, с участием влиятельных ученых из Англии, Австралии, Венгрии, стран постсоветского пространства.

Э. Ш. Губаз – автор более 80 научных трудов, в том числе четырех монографий (три из них в соавторстве), посвященных вопросам интродукции, биологии возделывания эфиромасличных, пряно-пищевых и лекарственных растений.

Заслуги Эдуарда Шамильевича отмечены правительственными наградами: за научные достижения в области биологии, а также интродукции эфиромасличных, пряно-пищевых и лекарственных растений Указом Президента Республики Абхазия он награжден орденом «Ахъ-дз-апша» III степени, Золотой медалью им. акад. К. А. Тимирязева, почетными грамотами Президиума Верховного Совета Абхазии, Министерства сельского хозяйства СССР и президиума ВАСХНИЛ. Ему присвоено почетное звание «Заслуженный деятель науки Республики Абхазия».

За благородные качества человека, теплое отношение, мудрость и понимание руководителя Э. Ш. Губаз снискал любовь друзей и заслуженный авторитет и уважение в коллективе.

Литература

Абхазский биографический словарь 2015: Абхазский биографический словарь / ред. В. Ш. Авидзба. АБИГИ им. Д. И. Гулиа АНА. Сухум, 2015. 832 с. (<http://www.encyclopedia.ru/cat/books/book/2658/>)

Айба, Губаз 2009: Айба Л. Я., Губаз Э. Ш. Генетические ресурсы субтропических культур и проблемы их сохранения в Абхазии // Декоративное садоводство России. М., 2009, Вып. 42–1. С. 35–37. (<https://elibrary.ru/item.asp?id=17638284>)

Айба, Губаз 2015: Айба Л. Я., Губаз Э. Ш. Жизнь замечательных людей. Виктор Дорофеевич Хишба. Сухум, 2015. 128 с.

Губаз 1983: Губаз Э. Ш. Биологические особенности хозяйственно-ценных видов эвкалипта в условиях субтропической зоны Западной Грузии: дис. к.с.н.: 06.01.05. Л., 1983. 155 с. (<https://search.rsl.ru/ru/record/01008766804>)

Губаз, Марко 2022: Губаз Э. Ш., Марко Н.В. Ботанический институт Академии наук Абхазии – центр изучения и сохранения растительного биоразнообразия Колхиды // Международная научная конференция, посвященная 10-летию Совета ботанических садов стран СНГ при МААН «Сотрудничество ботанических садов в сфере сохранения ценного растительного генофонда», 7–10 июня 2022, г. Москва. С. 24–27.

Фогель, Бокарева, Губаз 1985: Фогель А. Н., Бокарева Л. И., Губаз Э. Ш. Новые субтропические культуры для сельского хозяйства Абхазии. Сухум, 1985. 47 с. (<https://any-book.ru/book/show/id/1096283>) (<https://search.rsl.ru/ru/record/01001261835>)

АШӘЖӘ ҒЫЦҚӘА • НОВЫЕ КНИГИ

Бебия С. М., Джакония Е. Ф., Титов И. Ю. Методические рекомендации по оценке декоративных достоинств, экологической устойчивости древесных растений. Дендрологическое (лесокультурное) районирование территории Абхазии. Сухум-Academia, 2023. 53 с.

Губаз Э. Ш., Читанава С. М. Сухумский ботанический сад. Путеводитель. Сухум, 2023. 37 с.

А. И. Марколия, А. П. Тимошенко. Особенности технологии формирования и нанесения тонких пленок на поверхности изделий на установке с магнетронной распылительной системой. Сухум: Academia, 2023. 156 с.

АВТОРЦӘА ИРЫЗКНЫ СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Авидзба Вероника Игоревна – старший лаборант лаборатории иммунологии и вирусологии ГНУ «ИЭПиТ АНА»; e-mail: vikaavidzba@mail.ru

Айба Лесик Янкович – доктор сельскохозяйственных наук, академик АНА, директор ГНУ «Институт сельского хозяйства АНА»; e-mail: kivi_50@mail.ru

Акаба Амина Нугзаровна – старший научный сотрудник отдела микробиологии ГНУ ИСХ АНА, аспирантка ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина»; e-mail: aminaakaba96@mail.ru

Алексян Айгуш Айковна – старший лаборант лаборатории биохимических исследований крови ГНУ «ИЭПиТ АНА»; e-mail: laga_ahuba@mail.ru

Аргун Эсма Николаевна – старший лаборант лаборатории биологии старения ГНУ «ИЭПиТ АНА»; e-mail: esmachka84@bk.ru

Ахсалба Асида Константиновна – кандидат физико-математических наук, начальник отдела гидрометеорологического и экологического мониторинга ГНУ «Институт экологии АНА», доцент кафедры прикладной физики АГУ; e-mail: asida_cen@mail.ru

Ахуба Лариса Отаровна – кандидат биологических наук, доцент, заведующая лабораторией биохимических исследований крови ГНУ «ИЭПиТ АНА»; e-mail: laga_ahuba@mail.ru

Вольтер Ефим Романович – заместитель директора ГНУ «Институт экологии АНА», кандидат биологических наук; e-mail: ervolter@mail.ru

Гамгия Лана Валерьяновна – младший научный сотрудник лаборатории экспериментальной гематологии ГНУ «ИЭПиТ АНА»; e-mail: gamgiya.l@bk.ru

Голандзия Никита Темурович – младший научный сотрудник лаборатории энтомологии и инвазивных видов ГНУ «Институт экологии АНА»; e-mail:

Губаз Эдуард Шамильевич – кандидат сельскохозяйственных наук, директор ГНУ «Ботанический институт АНА»; e-mail: eduard_gubaz@mail.ru

Гулия Виолета Омаровна – старший научный сотрудник отдела флоры и растительности ГНУ «Ботанический институт АНА», кандидат биологических наук; e-mail: violetaqulia@mail.ru

Дбар Роман Саидович – кандидат биологических наук, директор ГНУ «Институт экологии АНА», почетный академик АНА, первый проректор АГУ; e-mail: romandbar@mail.ru

Джикирба Римма Рожденовна – старший лаборант лаборатории биохимических исследований крови ГНУ «ИЭПиТ АНА»; e-mail: laga_ahuba@mail.ru

Джиндэжолія Валерий Гарикович – младший научный сотрудник лаборатории биохимических исследований крови ГНУ «ИЭПиТ АНА»; e-mail: dzhindzholiya.valeriy@gmail.com

Добаджян Нвард Вардановна – младший научный сотрудник лаборатории биохимических исследований крови ГНУ «ИЭПиТ АНА»; e-mail: dobadzhyan@mail.ru

Жиба Роман Юрович – начальник отдела динамики береговых процессов и карстологии ГНУ «Институт экологии АНА»; e-mail: romazb@mail.ru

Каталандзе Марика Рамазовна – старший лаборант отдела гидробиологии и ресурсов моря ГНУ «Институт экологии АНА»; e-mail: marika.katalandze@bk.ru

Киласония Элина Фридоновна – старший лаборант лаборатории биологии старения ГНУ «ИЭПиТ АНА»; e-mail: mahno83@mail.ru

Кимкетов Май Джанхотович – кандидат технических наук, заместитель начальника возобновляемых источников энергии ГНУ «СФТИ АНА», заведующий кафедрой Энергетические системы АГУ, доцент АГУ; e-mail: akfz111778@mail.ru

Кимкетов Эдуард Майевич – кандидат технических наук, ведущий специалист отдела возобновляемых источников энергии ГНУ «СФТИ АНА», и. о. доцента кафедры Энергетические системы АГУ; e-mail: akfz111778@mail.ru

Кирия Михаил Сергеевич – заведующий лабораторией энтомологии и инвазивных видов ГНУ «Институт экологии АНА»; e-mail: m.kiriya@yandex.ru

Когония Лали Михайловна – доктор медицинских наук, профессор, профессор кафедры онкологии и торакальной хирургии ФУВ МОНИКИ им. М. Ф. Владимирского; e-mail: lali51@yandex.ru

Коськин Антон Валериевич – научный сотрудник отдела флоры и растительности ГНУ «Ботанический институт АНА»; e-mail: anton_koskin@list.ru;

Марандиди Софья Исааковна – младший научный сотрудник отдела гидрометеорологического и экологического мониторинга ГНУ «Институт экологии АНА»; e-mail: sofa-291088@mail.ru

Марко Наталья Владимировна – заместитель директора ГНУ «Ботанический институт АНА» по науке, кандидат биологических наук; e-mail: nataly-marko@mail.ru

Маркарова Екатерина Васильевна – кандидат медицинских наук, врач-онколог хирургического отделения КДЦ ГБУЗ МО МОНИКИ им. М. Ф. Владимирского, доцент кафедры онкологии и торакальной хирургии ФУВ МОНИКИ им. М. Ф. Владимирского; e-mail: katemarkarova@mail.ru

Марколия Анатолий Иванович – доктор физико-математических наук, академик АНА, генеральный директор ГНУ «Сухумский физико-технический институт АНА»; e-mail: gnpo_sfti@mail.ru

Маршан Рамгар Багратович – доцент кафедры математического анализа АГУ; e-mail: ramgar28@rambler.ru

Миквабия Зураб Ясонович – доктор медицинских наук, профессор, академик АНА, директор ГНУ «ИЭПиТ АНА»; e-mail: primat.ana@mail.ru

Пачулия Эсма Витальевна – преподаватель кафедры общей физики АГУ; e-mail: Pachuliya-97@mail.ru

Романова Натали Сергеевна – младший научный сотрудник лаборатории биоиндикации и микологии ГНУ «Институт экологии АНА»; e-mail: romanovan.99@mail.ru

Тванба Мадина Дораевна – старший лаборант лаборатории биохимических исследований крови ГНУ «ИЭПиТ АНА»; e-mail: lara_ahuba@mail.ru

Тимошенко Анатолий Павлович – кандидат физико-математических наук, начальник научного отдела (вакуумно-плазменных технологий) ГНУ «СФТИ АНА»; e-mail: timanat1@mail.ru

Топчян Жанна Левоновна – научный сотрудник лаборатории энтомологии и инвазивных видов ГНУ «Институт экологии АНА»; e-mail: eco_dep_asu2@mail.ru

Углава Аида Алиевна – старший лаборант отдела водных ресурсов и динамики береговых процессов ГНУ «Институт экологии АНА»; e-mail: uglava.aida123@mail.ru

Хачева Софья Илларионовна – заведующая лабораторией биоиндикации и микологии Института экологии АНА, старший преподаватель кафедры экологии и морфологии животных АГУ; e-mail: khacheva2014@yandex.ru

Хинтуба Лолита Вячеславовна – аспирантка ГНУ «Институт экологии АНА», старший лаборант лаборатории на базе кафедры прикладной физики АГУ; e-mail: LolitaKhintuba@yandex.ru

Хишба Мака Викторовна – заведующая гербарным сектором – научный сотрудник ГНУ «Ботанический институт АНА»; e-mail: mkhishba@mail.ru

Читанава Савелий Михайлович – кандидат биологических наук, председатель Госкомитета Республики Абхазия по экологии и охране природы; e-mail: saveliszas@mail.ru

Шервашидзе Нана Вальтеровна – старший лаборант лаборатории экспериментальной гематологии ГНУ «ИЭПиТ АНА»; e-mail: shervashidze92@bk.ru

Экба Январби Алиевич – доктор физико-математических наук, академик АНА, вице-президент АНА, заместитель директора Института экологии АНА; e-mail: ekba-yan@yandex.ru

«ААР АДЫРРАҘАРА» АВТОРЦӘА РЗЫ • ИНФОРМАЦИЯ ДЛЯ АВТОРОВ ЖУРНАЛА «ВЕСТНИК АНА»

В «Вестник АНА» принимаются ранее не публиковавшиеся материалы (статьи, архивные документы, фольклорно-этнографические записи, рецензии на изданную научную литературу, научное наследие выдающихся ученых и т.д.). Авторы представляют один распечатанный экземпляр работы и ее электронную версию (электронный адрес: westnikana@mail.ru). На титульном листе указываются Ф.И.О. автора, место работы, должность, ученая степень, контактные телефоны, адрес электронной почты. Публикации в «Вестнике АНА» бесплатные. Опубликованные в «Вестнике АНА» материалы размещаются также на сайте Академии наук Абхазии (akademga.org) в формате pdf.

Требования к оформлению текста:

1. Максимальный объем статей до 1 п.л. (40 000 знаков), рецензий – до 0,5 п.л.

2. Используемый текстовый редактор – Word, статьи на абхазском языке набираются шрифтом Times New Roman (абх), статьи на русском языке – шрифтом Times New Roman, на английском – Times New Roman (анг), кегль 14, межстрочный интервал 1.5, текст должен быть пронумерован и иметь титульную страницу.

3. Ссылки на литературу – внутритекстовые, в круглых скобках, по образцу:

(Инал-ипа 1965: 77).

4. К статье прилагается библиография в алфавитном порядке. В списке литературы указываются только те работы, на которые даются ссылки в статье.

Образец оформления:

Монография:

Бебия 2002: Бебия С.М. Пихтовые леса Кавказа. М., 2002. 250 с.

Статья в журнале:

Альбов 1893: Альбов Н. М. Этнографические наблюдения в Абхазии (Доклад, читанный на заседании этнографического отделения Императорского Русского географического общества 22.12.1892 г.) // Живая старина. СПб., 1893. Т. III. Вып. 3. С. 297–329.

Статья в сборнике:

Шевцова и др. 1968: Шевцова З.В., Куксова М.И., Крылова Р.И., Агрба В.З. Сравнительная чувствительность макак-резус к различным способам

заражения вирусом геморрагической лихорадки обезьян // Вопросы физиологии и экспериментальной патологии: Сборник трудов ИЭПит АМН СССР. Сухуми, 1968. С. 307–310. 168

Полевые материалы:

ПМ–Колаковский: *Campanula mirabilis* N. Albov. *Бзыбский хр., г. Брдышха, в трещинах скал, 2 700 м, 28.08.1950 г. Собр. Колаковский. Опр. М.С. Яброва*

При ссылках на работы одного и того же автора, опубликованные в одном и том же году, следует различать работы, добавляя буквы а, б, в (в случае зарубежных изданий – латинские буквы *a, b, c*) к году издания (Альбов 1893а: 67).

Смысловые примечания (пояснения и дополнения к основному тексту) публикуются в сносках внизу страницы. Нумерация сносок сплошная. Отсылки к литературе в сносках должны быть такими же, как и в основном тексте.

Иллюстрации должны быть высокого качества и представляются в электронном варианте. Используемый иллюстративный материал может быть защищен авторскими правами, поэтому необходимо указывать автора каждой иллюстрации.

Все сокращения должны быть расшифрованы и поданы отдельным списком в конце статьи.

Статья подается вместе с аннотацией и списком ключевых слов (на абхазском, русском и английском языках).

**Ацсны атцаарадырракэа ракадемия
Адырратара
Асерия «Ацсабаратэ тцаарадырракэа»**

№ 13

**Вестник
Академии наук Абхазии
Серия «Естественные науки»**

Компьютерная верстка: А. Ш. Беренджи

Заказ № 4812. Тираж 200 экз.

ИП Белкина Е.А.
Россия, Московская область, г. Домодедово, мкр. Северный,
ул. Логистическая, д. 1