

## Фитовирусы естественных растительных сообществ на Дальнем Востоке России

Юрий Г. Волков<sup>1</sup>, Валентина Ф. Толкач<sup>1</sup>, Надежда Н. Какарека<sup>1,2</sup>, Егор М. Щелканов<sup>3</sup>, Михаил Ю. Щелканов<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Федеральный научный Центр биологического разнообразия наземной биоты Восточной Азии ДВО РАН, Владивосток, Россия

<sup>2</sup>НИИ эпидемиологии и микробиологии им. Г.П. Сомова Роспотребнадзора, Владивосток, Россия

<sup>3</sup>Государственный университет просвещения, Мытищи, Россия

### Контактное лицо

Михаил Юрьевич Щелканов, доктор биологических наук, член-корреспондент РАН, директор, НИИ эпидемиологии и микробиологии им. Г.П. Сомова Роспотребнадзора; 690087 Россия, г. Владивосток, ул. Сельская, 1. Тел. +79245297109

Email [adorob@mail.ru](mailto:adorob@mail.ru)

ORCID <https://orcid.org/0000-0001-8610-7623>

### Формат цитирования

Волков Ю.Г., Толкач В.Ф., Какарека Н.Н., Щелканов Е.М., Щелканов М.Ю. Фитовирусы естественных растительных сообществ на Дальнем Востоке России // Юг России: экология, развитие. 2025. Т.20, N 4. С. 8-23. DOI: 10.18470/1992-1098-2025-4-1

Получена 1 сентября 2025 г.

Прошла рецензирование 23 октября 2025 г.

Принята 25 октября 2025 г.

### Резюме

Цель работы заключается в обобщении результатов эколого-вирусологических исследований фитовирусов естественных растительных сообществ, которые на регулярной основе проводятся, начиная с 1968 г., Лабораторией вирусологии ФНЦ Биоразнообразия ДВО РАН (Владивосток) на Дальнем Востоке России.

За период 1968–2025 гг. сотрудниками лаборатории были пройдены свыше 400 экспедиционных маршрутов в пределах 9 субъектов Дальневосточного федерального округа, выявлено свыше 200 вирусоподобных заболеваний на более, чем 100 видах дикоросов. Полученные изоляты находятся на долговременном хранении в Коллекции вирусов Восточной Азии на базе ФНЦ Биоразнообразия ДВО РАН. Далеко не все вирусные изоляты были идентифицированы – наиболее изученные из них кратко описаны в настоящей работе: 94 изолята, полученные от представителей дикорастущей флоры 58 видов, 47 родов, 24 семейств, 16 порядков на территории 7 субъектов Российской Федерации. Полученные данные включают только вирусные заболевания дикорастущих видов с выраженной симптоматикой, однако вследствие латентного характера протекания инфекционного процесса в растениях естественной флоры, фитовирусов гораздо больше.

Требуются дальнейшие исследования фитопатогенных вирусов, их распространенности и способов циркуляции в природе. Необходимым является и строгое соблюдение агротехники и профилактических мероприятий, используемых для предотвращения заражения этих интродуцированных из-за пределов региона растений и распространения вместе с ними вредоносных вирусов.

### Ключевые слова

Фитовирусы, штамм, естественная флора, агроценозы, симптоматический комплекс, морфологический тип вириона, Дальний Восток.

# Phytoviruses of natural plant communities in the Russian Far East

Yuri G. Volkov<sup>1</sup>, Valentina F. Tolkach<sup>1</sup>, Nadezhda N. Kakareka<sup>1,2</sup>, Egor M. Shchelkanov<sup>3</sup>  
and Mikhail Yu. Shchelkanov<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Federal Scientific Centre for East Asia Terrestrial Biodiversity, Far Eastern Branch of Russian Academy of Sciences, Vladivostok, Russia

<sup>2</sup>G.P. Somov Institute of Epidemiology and Microbiology, Russian Federal Service for Surveillance of Consumer Rights Protection and Human Wellbeing, Vladivostok, Russia

<sup>3</sup>State University of Education, Mytishchi, Russia

## Principal contact

Mikhail Yu. Shchelkanov, Doctor of Biological Sciences, Corresponding Member, Russian Academy of Sciences & Director, G.P. Somov Research Institute of Epidemiology and Microbiology, Russian Federal Service for Surveillance of Consumer Rights Protection and Human Wellbeing; 1 Selskaya St, Vladivostok, Russia 690087

Tel. +79245297109

Email [adorob@mail.ru](mailto:adorob@mail.ru)

ORCID <https://orcid.org/0000-0001-8610-7623>

## How to cite this article

Volkov Yu.G., Tolkach V.F., Kakareka N.N., Shchelkanov E.M., Shchelkanov M.Yu. Phytoviruses of natural plant communities in the Russian Far East. *South of Russia: ecology, development*. 2025; 20(4):8-23. (In Russ.) DOI: 10.18470/1992-1098-2025-4-1

Received 1 September 2025

Revised 23 October 2025

Accepted 25 October 2025

## Abstract

Aim of this work was to summarise the results of ecological and virological studies of phytoviruses circulating in natural plant communities conducted in the Russian Far East on a regular basis since 1968 by the Laboratory of Virology, Federal Research Centre for Biodiversity, Far Eastern Branch, Russian Academy of Sciences (Vladivostok).

During the period 1968–2025 laboratory staff completed over 400 expeditions within 9 subjects of the Far Eastern Federal Region and identified over 200 virus-like diseases in more than 100 species of wild plants. The obtained isolates obtained are in long-term storage in the Collection of East Asian Viruses at the Scientific Research Centre for East Asia Terrestrial Biodiversity, Far Eastern Branch, Russian Academy of Sciences. Many viral isolates have yet to be identified. These most studied are briefly described in this work: 94 isolates obtained from representatives of wild flora of 58 species, 47 genera, 24 families, and 16 orders from 7 subjects of the Russian Federation. The data obtained include only viral diseases of wild-growing species with pronounced symptom; however, due to the latent nature of the infectious process in plants of the natural flora, there are many more phytoviruses.

Further studies of phytopathogenic viruses, their prevalence and ways of circulation in nature are required. Also necessary is strict observance of agricultural techniques and preventive measures used to prevent infection of these plants introduced from outside the region and the spread of harmful viruses associated with them.

## Key Words

Phytoviruses, strain, natural flora, agroecosystems, symptomatic complex, morphological type of virion, Far East.

## ВВЕДЕНИЕ

Многие фитовирусы-возбудители заболеваний сельскохозяйственных растений имеют природные резервуары в популяциях дикорастущей флоры, в которых они могут не проявлять свой патогенный потенциал вследствие высокой степени адаптации к естественным хозяевам [1–3]. Однако проникновение таких фитовирусов в сельскохозяйственные угодья могут приводить к массовым эпифитотиям с неблагоприятными последствиями [4]. Феномен природной очаговости [5], хорошо известный и активно изучаемый в отношении возбудителей человека и животных [6–8], гораздо реже принимается во внимание в процессе эколого-вирусологических исследований фитовирусов, хотя имеющиеся данные свидетельствуют, что и в этом случае концепция природной очаговости должна рассматриваться как основополагающая [1–4].

Вынос фитовирусов за пределы своего естественного резервуара часто происходит в результате непродуманной хозяйственной деятельности человека или нарушения фитосанитарных норм и правил [9–11]. Поэтому изучение подобных инфекций, их эпифитологии и вредоносности имеет важнейшее народнохозяйственное значение [12; 13].

Лаборатория вирусологии ФНЦ Биоразнообразия ДВО РАН (Владивосток) проводит изучение фитовирусов в экосистемах юга российского Дальнего Востока, начиная с 1962 г. [4; 14; 15]. За этот период изучены возбудители заболеваний сельскохозяйственных – злаковых (Poales: Poaceae) [16–18], бобовых (Fabales: Fabaceae) [19; 20], пасленовых (Solanales: Solanaceae) [21], тыквовых (Cucurbitales: Cucurbitaceae) [22; 23] – плодово-ягодных [24] и декоративных [25; 26] культур. С одной стороны, в перечисленных работах содержится информация и о циркуляции фитовирусов в естественных фитоценозах, но эта информация не носит системный характер, и нуждается в обобщении. С другой стороны, в лаборатории имеется большой массив данных по вирусам дикорастущих растений Уссурийской тайги. Эту работу начал в конце 1960-х гг. В.Д. Костин [1; 27] и позже продолжил её совместно с Ю.Г. Волковым [28–31]. Многие изоляты, полученные в прошлом веке, не были тогда идентифицированы и продолжали храниться в Коллекции вирусов Восточной Азии на базе ФНЦ Биоразнообразия ДВО РАН (Владивосток) [4; 13]; в последние годы в изучении этих штаммов произошёл заметный прогресс, что также требует серьёзной ревизии имеющихся научных представлений о фитовиrome Маньчжурских ландшафтов.

Целью данной работы является обобщение результатов эколого-вирусологических исследований фитовирусов, циркулирующих на Дальнем Востоке России.

## ОБСУЖДЕНИЕ

В период 1968–2025 гг. сотрудниками лаборатории вирусологии были пройдены свыше 400 экспедиционных маршрутов (включая 16 постоянных маршрутов в Приморье) от острова Врангеля (Иультинский район Чукотского автономного округа) на севере до нижнего течения реки Туманная (Хасанский район Приморского края) на юге, от отрогов Станового хребта (Амурская область) на западе до Курильских

островов на востоке в пределах 9 субъектов Дальневосточного федерального округа: Республики Саха-Якутия, Чукотского автономного округа, Камчатского, Приморского и Хабаровского краёв, Еврейской автономной области, Амурской, Магаданской и Сахалинской областей. В естественных фитоценозах выявлено свыше 200 вирусных и вириноподобных заболеваний на более, чем 100 видах дикоросов. Наиболее изученные фитовирусы из этого перечня представлены в табл. 1.

Наиболее вирусифильными, по нашим наблюдениям, являются представители бобовых (Fabales: Fabaceae; 27 вирусных заболеваний), астровых (Asterales: Asteraceae; 13) и розовых (Rosales: Rosaceae; 12).

На Дальнем Востоке у дикорастущих бобовых были выявлены возбудители заболеваний, широко распространённые в агроценозах: у дикой сои, *Glycine soja* (Fabales: Fabaceae) – вирус мозаики сои, *Potyvirus glycitessellati*<sup>1</sup> (Potyvirales: Potyviridae); у клевера ползучего, *Trifolium repens* (Fabales: Fabaceae) – вирус мозаики белого клевера, *Potexvirus trifolii* (Tymovirales: Alphaflexiviridae); у клевера люпиновидного (*Trifolium lupinaster*), горошка однопарного (*Vicia unijuga*) и горошка приятного (*Vicia amoena*) – вирус желтой мозаики фасоли, *Potyvirus phaseoliteum*. Впервые на клеверах (*Trifolium* spp.) и горошках (*Vicia* spp.) идентифицированные вирусы, не получившие пока официального бинарного названия ICTV: желтой мозаики клевера гибридного (ThYMV – *Trifolium hybridum* yellow mosaic virus); крапчатости клевера ползучего (TrMV – *Trifolium repens* mottle virus); мозаики клевера лугового (RCMV – Red clover mosaic virus); некротической мозаики горошка ложносочевичного (VpNMV – *Vicia pseudorobus* necrotic mosaic virus) и мозаики горошка однопарного (VuMV – *Vicia unijuga* mosaic virus). Наибольшее количество фитовирусов на растениях семейства бобовых представлено потивирисами. Наблюдается значительное штаммовое разнообразие у многих вирусов. Например, VuMV представлен 4 штаммами: 1 штамм выявлен в Амурской области, а 3 – на юге Приморского края. Выявлено несколько штаммов *P. phaseoliteum*, отличающихся друг от друга по ряду физико-химических характеристикам.

На Дальнем Востоке широко представлены природные очаги вирусов огуречной мозаики, *Cucumovirus CMV* (Martellivirales: Bromoviridae), и табачной мозаики, *Tobamovirus tabaci* (Martellivirales: Virgaviridae), имеющие, по-видимому, вторичную природу – то есть проникли в природную среду из антропогенных фитоценозов.

<sup>1</sup> В тех случаях, когда это возможно, мы будем использовать бинарную номенклатуру [33], рекомендованную ICTV (International Committee on the Taxonomy of Viruses – Международным комитетом по таксономии вирусов). В случае отсутствия утверждённой бинарной номенклатуры, используются традиционные названия вирусов. Whenever possible we will use the binary nomenclature [33] recommended by the ICTV (International Committee on the Taxonomy of Viruses). In the absence of an approved binary nomenclature traditional virus names are used.

Таблица 1. Наиболее изученные вирусные заболевания дикорастущих видов растений Дальнего Востока России  
Table 1. The most studied viral diseases of wild plant species of the Russian Far East

Вид растения* Plant species*	Симптомы заболевания Disease Symptoms	Место сбора** Place of collection**	Морфология частиц на электронно- микроскопических фотографиях Morphology of particles in electron microscopic photographs	Антигенное родство*** Antigenic relationship***	Результат таксономической идентификации Result of taxonomic identification
Зонтичные / Umbellifers (Apiales: Apiaceae)					
Дудник даурский Dahurian angelica ( <i>Angelica dahurica</i> )	Жёлтая пятнистость Yellow spotting	ПК: Уссурийский, Тернейский, Надеждинский PK: Ussuriysky, Terneysky, Nadezhdinsky	Изометрические 25–30 нм Isometric 25–30 nm	BOM CMV	BOM CMV
Скрытница японская Japanese honewort ( <i>Cryptotaenia japonica</i> )	Мозаика Mosaic	СО: о. Кунашир SR: Kunashir Island	Нитевидные Filamentous	Нет данных No data	Нет данных No data
Амариллисовые / Amaryllis (Asparagales: Amaryllidaceae)					
Черемша Siberian onion ( <i>Allium ochotense</i> )	Жёлтая штриховатость Yellow streaks	КК: Елизовский KK: Elizovsky	Нитевидные 750–800 нм Filamentous 750–800 nm	Нет данных No data	Нет данных No data
Астровые / Asters (Asterales: Asteraceae)					
Лопух крупный Greater burdock ( <i>Arctium lappa</i> )	Желтая мозаика Yellow mosaic	ПК; ХК PK; KHK	Изометрические Isometric	BOM CMV	BOM CMV
	Пятнистость Spotting	ПК: Влк PK: Vlk	Нет данных No data	Нет данных No data	Нет данных No data
	Деформация, пятнистость Deformation, spotting	ПК: Влк, Уссурийский PK: Vlk, Ussuriysky	Нет данных No data	Нет данных No data	Нет данных No data
Полынь побегоносная Creeping wormwood ( <i>Artemisia stolonifera</i> )	Кольцевая пятнистость Ring spotting	ХК: Хабаровский KHK: Khabarovsky	Нет данных No data	Нет данных No data	Нет данных No data
Астра надрезанная Japanese cutleaf aster ( <i>Aster incisus</i> )	Жёлтая пятнистость Yellow spotting	ПК: Хасанский PK: Khasansky	Нет данных No data	Нет данных No data	Нет данных No data

<b>Недоселка ушастая</b> Eared Indian plantain ( <i>Calcia auriculata</i> )	Мозаика, деформация Mosaic, deformation	КК: ППК КК: РРК	Нет данных No data	Нет данных No data	Нет данных No data
<b>Бодяк камчатский</b> Kamchatka thistle ( <i>Cirsium kamtschaticum</i> )	Пятнистость Spotting	КК: Елизовский, ППК КК: Elizovsky, РРК	Нет данных No data	Нет данных No data	Нет данных No data
<b>Бодяк щетинистый</b> Creeping thistle ( <i>Cirsium setosum</i> )	Кольцевая пятнистость Ring spotting	ПК РК	Нитевидные 600–630 × 14 нм Filamentous 600–630 × 14 nm	SBK PVS	Нет данных No data
<b>Астра шершавая</b> Korean aster ( <i>Doellingeria scabra</i> )	Линейный узор Linear pattern	ПК: Партизанский РК: Partisansky	Палочковидные 200 × 14 нм и 100 × 14 нм Rod-shaped 200 × 14 nm and 100 × 14 nm	ВПГ TRV	Нет данных No data
<b>Косогорник Татаринова</b> Tatarinow's rattlesnake root ( <i>Prenanthes tatarinowii</i> )	Кольцевая пятнистость Ring spotting	ПК: Надеждынский РК: Nadezhdinsky	Изометрические Isometric	Нет данных No data	Нет данных No data
<b>Косогорник Татаринова</b> Tatarinow's rattlesnake root ( <i>Prenanthes tatarinowii</i> )	Жёлтая пятнистость Yellow spotting	ПК: Влк, Надеждынский РК: Vlk, Nadezhdinsky	Палочковидные 300 × 18 нм Rod-shaped 300 × 18 nm	ВТМ ТМВ	ВТМ ТМВ
<b>Соссурия амурская</b> Amur snow lotus ( <i>Saussurea amurensis</i> )	Кольцевая пятнистость Ring spotting	АО: Архаринский, Зейский AR: Arkharinsky, Zeysky	Нет данных No data	Нет данных No data	Нет данных No data
<b>Осот полевой</b> Field sowthistle ( <i>Sonchus arvensis</i> )	Жёлтая мозаика Yellow mosaic	ПК: Влк РК: Vlk	Нет данных No data	ВОМ СМВ	ВОМ СМВ
<b>Осот огородный</b> Common sowthistle ( <i>Sonchus oleraceus</i> )	Жёлтая мозаика Yellow mosaic	ПК: Партизанский РК: Partisansky	Изометрические Isometric	ВОМ СМВ	ВОМ СМВ
<b>Колокольчиковые / Bellflowers (Asterales: Campanulaceae)</b>					
<b>Бубеник мутноватый</b> Japanese lady bell ( <i>Adenophora verticillata</i> )	Мозаика Mosaic	ПК: Надеждынский РК: Nadezhdinsky	Изометрические 30 нм Isometric 30 nm	ВМГО VuMV	Нет данных No data
	Угловатая пятнистость, мраморность Angular spotting, marbling	ПК: Пограничный РК: Pogranishny	Нет данных No data	Нет данных No data	Нет данных No data

Бурачниковые / Borages (Boraginales: Boraginaceae)					
Короткокистник воронеглазый Drooping bell flower ( <i>Brachybotrys paridiformis</i> )	Кольцевая пятнистость Ring spotting	ПК: Надеждинский РК: Nadezhdinsky	Изометрические Isometric	Нет данных No data	Нет данных No data
	Жилковая мозаика Vein mosaic	ПК: Надеждинский РК: Nadezhdinsky	Нитевидные Filamentous	Нет данных No data	Нет данных No data
	Маревые / Amaranths (Caryophyllales: Amaranthaceae)				
Марь белая Goosefoot ( <i>Chenopodium album</i> )	Мозаика Mosaic	ПК: Чугуевский РК: Chuguevsky	Изометрические Isometric	Нет данных No data	Нет данных No data
	Гречишные / Knotweeds (Caryophyllales: Polygonaceae)				
Щавель шпинатный Garden patience ( <i>Rumex patientia</i> )	Кольцевая пятнистость Ring spotting	ПК РК	Нитевидные 700 нм Filamentous 700 nm	Нет данных No data	Нет данных No data
	Хлорантовые / Chlorants (Chloranthales: Chloranthaceae)				
Хлорант японский Japanese chlorant ( <i>Chloranthus japonicus</i> )	Крапчатость Mottling	ПК: Уссурийский РК: Ussuriysky	Нет данных No data	Нет данных No data	Нет данных No data
	Бобовые / Legumes (Fabales: Fabaceae)				
Соя уссурийская Wild soybean ( <i>Glycine soja</i> )	Мозаика Mosaic	ПК: Спасский РК: Spassky	Нитевидные 750 нм Filamentous 750 nm	ВМС SMV	Нет данных No data
	Яркая жёлтая пятнистость Bright yellow spotting	ПК: Надеждинский РК: Nadezhdinsky	Нитевидные Filamentous	ВЖМФ BYMV	Нет данных No data
Донник ароматный Sweet clover ( <i>Mellilotus suaveolens</i> )	Мозаика, угнетение роста Mosaic, growth inhibition	СО: Тымовский SR: Tymovsky	Нитевидные с резкой поперечной исчерченностью Filamentous with a sharp transverse striation	Нет данных No data	Нет данных No data
	Мозаика, пожелтение Mosaic, yellowing	ПК: Влк РК: Vlk	Нитевидные 845 x 12 нм Filamentous 845 x 12 nm	ВОМФ BCMV	<i>Potyvirus</i> sp.
	Мозаика Mosaic	ПК: Партизанский РК: Partisansky	Нитевидные 780 x 12 нм Filamentous 780 x 12 nm	ВЖМФ BYMV	ВМКГ МСИМВ
Клевер гибридный Alsike clover ( <i>Trifolium hybridum</i> )	Мозаика Mosaic	АО: Бурейский AR: Bureyskiy	Нитевидные 750–800 нм Filamentous 750–800 nm	ВЖМФ BYMV	<i>Potyvirus</i> sp.
	Яркая жёлтая пятнистость Bright yellow spotting	ПК: Спасский РК: Spassky	Нет данных No data	Нет данных No data	Нет данных No data



<b>Клевер луговой</b> Red clover ( <i>Trifolium pratense</i> )	Мозаичное окаймление жилок Mosaic edging of veins	АО: Бурейский AR: Bureyskiy	Нитевидные 750–800 × 12 нм Filamentous 750–800 × 12 nm	Нет данных No data	<i>Potyvirus</i> sp.
	Яркая жёлтая пятнистость Bright yellow spotting	ПК: Черниговский PK: Chernigovsky	Нитевидные 750 × 12 нм и 850–900 × 13 нм Filamentous 750 × 12 nm and 850–900 × 13 nm	ВЖМФ BYMV	<i>Potyvirus</i> sp.
<b>Клевер ползучий</b> White clover ( <i>Trifolium repens</i> )	Крапчатость Mottling	ПК: Уссурийский PK: Ussuriysky	Нитевидные 750–850 × 12 нм Filamentous 750–850 × 12 nm	ВОМФ BSMV	<i>Potyvirus</i> sp.
	Мозаика Mosaic	ПК: Уссурийский PK: Ussuriysky	Нитевидные 480 × 12 нм Filamentous 480 × 12 nm	ВОМФ BSMV	ВМБК WCIMV
<b>Горошек приятный</b> Lovely vetch ( <i>Vicia amoena</i> )	Жёлтая пятнистость Yellow spotting	ХК: Комсомольский KHK: Komsomolsky	Нет данных No data	ВЖМФ BYMV	<i>Potyvirus</i> sp.
	Мозаика Mosaic	ХК: Солнечный KHK: Solnechny	Изометрические 28–30 нм Isometric 28–30 nm	Нет данных No data	Нет данных No data
	Карликовая кустистость Dwarf bushiness	ПК: Партизанский PK: Partisansky	Палочковидные 600–650 нм Rod-shaped 600–650 nm	Нет данных No data	Нет данных No data
<b>Горошек мышиный</b> Cow vetch ( <i>Vicia cracca</i> )	Пятнистость Spotting	АО: Шимановский AR: Szymanowski	Нет данных No data	Нет данных No data	Нет данных No data
	Некроз листьев и верхушки Necrosis of leaves and tips	ПК: Уссурийский PK: Ussuriysky	Нет данных No data	Нет данных No data	Нет данных No data
<b>Горошек Ови</b> Ohwi's vetch ( <i>Vicia ohwiana</i> )	Кустистая карликовость Bushy dwarfism	ПК: Надеждинский PK: Nadezhdinsky	Нет данных No data	Нет данных No data	Нет данных No data
	Мозаика с некротизацией Mosaic with necrotization	АО: Бурейский AR: Bureyskiy	Нет данных No data	Нет данных No data	Нет данных No data
	Кольцевая пятнистость Ring spotting	АО: Шимановский AR: Szymanowski	Изометрические Isometric	Нет данных No data	Нет данных No data
<b>Горошек ложносочевичный</b> Pseudo-orobus vetch ( <i>Vicia pseudorobus</i> )	Белая мозаика, полосчатый узор White mosaic, striped pattern	АО: Шимановский AR: Szymanowski	Нет данных No data	Нет данных No data	Нет данных No data
	Морщинистая мозаика, курчавость Wrinkled mosaic, curly hair	АО: Бурейский AR: Bureyskiy	Нет данных No data	Нет данных No data	Нет данных No data
	Некротизация жилок Necrotizing veins	ЕАО; ПК: Чугуевский JAR; PK: Chuguevsky	Нитевидные 650 × 12 нм Filamentous 650 × 12 nm	Нет данных No data	ВПГ PeSV

<b>Горошек разветвленный</b> Branching vetch ( <i>Vicia ramuliflora</i> )	Карликовая кустистость Dwarf bushiness	АО: Зейский AR: Zeysky	Нет данных No data	ВЖМФ BYMV	Нет данных No data
	Мозаика Mosaic	АО: Бурейский; ПК: Хасанский AR: Bureyskiy; PK: Khasansky	Изометрические 28 нм Isometric 28 nm	ВМК BMV	ВМГО VuMV
	Мозаика с некротизацией Mosaic with necrosis	ПК: Хасанский PK: Khasansky	Изометрические 28 нм и 17 нм Isometric 28 nm and 17 nm	ВМГО VuMV	ВМГО и его сателлит (меньшего размера) VuMV ant its satellite (smaller size)
<b>Горошек однопарный</b> Two-leaf vetch ( <i>Vicia unijuga</i> )	Жёлтая мозаика Yellow mosaic	ПК: Надеждинский PK: Nadezhdinsky	Нитевидные 750 × 14 нм Filamentous 750 × 14 nm	ВЖМФ BYMV	ВМГО VuMV
	Морщинистость, деформация Wrinkling, deformation	ПК: Партизанский PK: Partisansky	Нитевидные Filamentous	Нет данных No data	Нет данных No data
	Метельчатость Panicle-like	АО AR	Нет данных No data	Нет данных No data	Нет данных No data
	Линейный узор, некротизирующий позднее Linear pattern that later necrotises	ПК: Уссурийский PK: Ussuriysky	Нет данных No data	Нет данных No data	Нет данных No data
	Хлоротическая крапчатость Chlorotic mottling	АО: Бурейский AR: Bureyskiy	Нитевидные 1300–1600 × 12 нм Filamentous 1300–1600 × 12 nm	Нет данных No data	<i>Closterovirus</i> sp.
<b>Береза плосколистная</b> Asian white birch ( <i>Betula platyphylla</i> )	<b>Березовые</b> / Birchs (Fagales: Betulaceae)				
	Кольцевая пятнистость Ring spotting	КК: Быстринский, Эссо KK: Bystrinsky, Esso	Изометрические 30 нм Isometric 30 nm	Нет данных No data	Нет данных No data
	Линейный узор Linear pattern	РСЯ: Олёкминск RSY: Olekminsk	Нет данных No data	Нет данных No data	Нет данных No data
<b>Герань даурская</b> Daurian geranium ( <i>Geranium davuricum</i> )	<b>Гераниевые</b> / Geraniums (Geraniales; Geraniaceae)				
	Мозаика Mosaic	ПК: Тернейский PK: Terneysky	Нет данных No data	Нет данных No data	Нет данных No data



Яснотковые / Mints (Lamiales: Lamiaceae)					
Огневик Максимовича Maximowicz's phlomisoides ( <i>Phlomisoides maximowiczii</i> )	Кольцевая пятнистость Ring spotting	ПК: Надеждинский, Хасанский PK: Nadezhdinsky, Khasansky	Нет данных No data	Нет данных No data	Нет данных No data
		Подорожниковые / Plantains (Lamiales: Plantaginaceae)			
Подорожник азиатский Asiatic plantain ( <i>Plantago asiatica</i> )	Мозаика Mosaic	ПК: Надеждинский; СО: Анивский, Корсаковский, Невельский PK: Nadezhdinsky; SR: Anivsky, Korsakovsky, Nevelsky	Нитевидные 520–540 × 14 нм Filamentous 520–540 × 14 nm	ХВК PVX	ВМПА PIAMV
		АО: Благовещенск AR: Blagoveshchensk	Нитевидные 780 × 12 нм Filamentous 780 × 12 nm	УВК PVT	УВК PVT
	Темнозелёная мозаика Dark green mosaic	АО: Тындинский AR: Tyndinsky	Палочковидные 300 × 18 нм Rod-shaped 300 × 18 nm	ВТМ TMV	Амурский штамм BTM Amur strain of TMV
		ПК: Уссурийский PK: Ussuriysky	Нет данных No data	Нет данных No data	Нет данных No data
	Вербеновые / Verbenas (Lamiales: Verbenaceae)				
Фрима азиатская Asian lopseed ( <i>Phryma asiatica</i> )	Зелёная мозаика Green mosaic	ПК: Спасский PK: Spassky	Изометрические 30–32 нм Isometric 30–32 nm	ВКПТ TRSV	<i>Nepovirus</i> sp.
Лилейные / Lilies (Liliales: Liliaceae)					
Лилия тигровая Tiger lily ( <i>Lilium tigrinum</i> )	Полосатость Striation	ПК: Надеждинский PK: Nadezhdinsky	Нитевидные 500 × 14 нм Filamentous 500 × 14 nm	Нет данных No data	<i>Potexvirus</i> sp.
Мятликовые / True grasses (Poales: Poaceae)					
Вейник незамечаемый Narrow small-reed ( <i>Calamagrostis neglecta</i> )	Деформация верхних листьев Deformation of upper leaves	ПК: Черниговский PK: Chernigovsky	Изометрические 30 нм Isometric 30 nm	Нет данных No data	Нет данных No data
Пырей ползучий Common couch ( <i>Elytrigia repens</i> )	Пятнистость Spotting	ПК: Спасский PK: Spassky	Нитевидные 900 × 14 нм Filamentous 900 × 14 nm	Нет данных No data	<i>Tritimovirus</i> sp.

<b>Рогозник</b> Ribbon grass ( <i>Phalaroides arundinacea</i> )	Полосатость Striation	ПК: Хасанский PK: Khasansky	Нитевидные 800 нм Filamentous 800 nm	Нет данных No data	Нет данных No data
	Мозаика Mosaic	ПК: Анучинский, Пограничный, Хасанский PK: Anuchinsky, Pogranichny, Khasansky	Нет данных No data	Нет данных No data	Нет данных No data
<b>Бамбучник</b> Chishima zasa ( <i>Sasa kurilensis</i> )	Полосатость Striation	СО: о. Кунашир SR: Kunashir Island	Изометрические 70 нм Isometric 70 nm	Нет данных No data	Нет данных No data
	Полосатость Striation	ХК: Бурейский КНК: Bureyskiy	Нитевидные Filamentous	Нет данных No data	Нет данных No data
<b>Серобородник сибирский</b> Siberian graybeard ( <i>Sporiobogon sibiricus</i> )	Штриховатая мозаика Streaked mosaic	ХК: Бикинский КНК: Bikinsky	Изометрические 28 нм Isometric 28 nm	ВМК BMV	ВМК BMV
	Полосатость Striation	ПК: Хорольский PK: Khorolsky	Палочковидные Rod-shaped	Нет данных No data	Нет данных No data
<b>Маковые / Poppies (Ranunculales: Papaveraceae)</b>					
<b>Чистотел азиатский</b> Asian celandine ( <i>Chelidonium asiaticum</i> )	Побеление участков листа Whitening of leaf sections	ПК: Дальнереченский, Пожарский, Ханкайский PK: Dalnerechensky, Pozharsky, Khankaisky	Нитевидные Filamentous	Нет данных No data	Нет данных No data
	Жилковая мозаика Vein mosaic	ПК: Шкотовский PK: Shkotovsky	Нет данных No data	Нет данных No data	Нет данных No data
<b>Лютиковые / Buttercups (Ranunculales: Ranunculaceae)</b>					
<b>Василистник клубненосный</b> Meadow rue ( <i>Thalictrum tuberiferum</i> )	Кольцевая пятнистость Ring spotting	ПК: Анучинский PK: Anuchinsky	Нет данных No data	Нет данных No data	Нет данных No data
	Мозаика Mosaic	<b>Коноплевые / Hemps (Rosales: Cannabaceae)</b>		Палочковидные 300 x 18 нм Rod-shaped 300 x 18 nm	ВТМ TMV
<b>Хмелевик лазающий</b> Japanese hop ( <i>Humulopsis scandens</i> )	Жёлтая пятнистость Yellow mosaic	ПК: Надеждинский PK: Nadezhdinsky	Нитевидные Filamentous	УВК PVT	УВК PVT
	Перистость Cirrusity	<b>Розовые / Roses (Rosales: Rosaceae)</b>		Нитевидные 700–750 нм Filamentous 700–750 nm	УВК PVT
<b>Репешок</b> мелкобороздчатый Grooved agrimony ( <i>Agrimonia striata</i> )	Перистость Cirrusity	ПК: Партизанский PK: Partisansky	Нитевидные 700–750 нм Filamentous 700–750 nm	УВК PVT	УВК PVT

<b>Лабазник дланевидный</b> Siberian meadowsweet ( <i>Filipendula palmata</i> )	Мозаика Mosaic	ПК: Дальнереченский, Партизанский PK: Dalnerechensky, Partisansky	Изометрические Isometric	ВОМ CMV	Нет данных No data
<b>Лапчатка земляничная</b> Cinquefoil ( <i>Potentilla fragarioides</i> )	Жилковая мозаика Vein mosaic Деформация, пятнистость Deformation, spotting	ПК: Пограничный PK: Partiansky ПК; ХК PK; KHK	Изометрические Isometric Нитевидные Filamentous	ВОМ CMV Нет данных No data	Нет данных No data Нет данных No data
<b>Малина</b> <b>боярышниковлистная</b> Hawthorn-leaved bramble ( <i>Rubus crataegifolius</i> )	Диффузная мозаика Diffuse mosaic Жилковая мозаика Vein mosaic	ПК: Надеждинский PK: Nadezhdinsky ПК: Надеждинский PK: Nadezhdinsky ПК: Надеждинский PK: Nadezhdinsky ХК: Ванинский KHK: Vaninsky	Нет данных No data Нет данных No data Нет данных No data Нет данных No data	Нет данных CMV Нет данных No data Нет данных No data Нет данных No data	Нет данных No data Нет данных No data Нет данных No data Нет данных No data
<b>Малина сахалинская</b> Sakhalin raspberry ( <i>Rubus sachalinensis</i> )	Жёлтая пятнистость Yellow spotting	ПК: Надеждинский; ХК: Комсомольский PK: Nadezhdinsky; KHK: Komsomolsky	Изометрические Isometric	Нет данных No data	Нет данных No data
<b>Рябина бузинолистная</b> Siberian Mountain Ash ( <i>Sorbus sambucifolia</i> )	Мозаика Mosaic Перистость Cirrinity Кольцевая пятнистость Ring spotting	АО: Селемджинский AR: Selemdzhinsky АО: Зейский AR: Zeysky КК: Елизовский KK: Elizovsky	Короткие палочковидные Short rod-shaped Нет данных No data Изометрические 30 нм Isometric 30 nm	Нет данных No data Нет данных No data Нет данных No data	Нет данных No data Нет данных No data Нет данных No data
<b>Крапива светло-зеленая</b> Stinging nettle ( <i>Urtica laetevirens</i> )	Мозаика Mosaic Жёлтая пятнистость Yellow spotting	<b>Крапивоые</b> / Nettles (Rosales: Urticaceae) ПК: Анучинский PK: Anuchinsky ПК: Партизанский PK: Partiansky			
<b>Ясенец мохнатоплодный</b> Densefruit pittany ( <i>Dictamnus dasycarpus</i> )	Кольцевая пятнистость, посветление жилок Ring spotting, vein lightening	<b>Рутовые</b> / Citruses (Sapindales: Rutaceae) АО: Шимановский AR: Szymanowsky			
<b>Бархат амурский</b> Amur cork tree ( <i>Phellodendron amurense</i> )	Кольцевая пятнистость Ring spotting	ПК: Влк, Уссурийский PK: Vlk, Ussuriysky	Изометрические 30 нм Isometric 30 nm	Нет данных No data Нет данных No data	Нет данных No data Нет данных No data

Крыжовниковые / Grossulars (Saxifragales: Grossulariaceae)				
Смородина маньчжурская Manchurian blackcurrant ( <i>Ribes mandshuricum</i> )	Кольцевая пятнистость Ring spotting	КК: Елизовский КК: Elizovsky	Изометрические Isometric	Нет данных No data
Пион Chinese peony ( <i>Paeonia lactiflora</i> )	Жёлтая пятнистость Yellow spotting	ПК: Ольгинский ПК: Olginsky	Нитевидные 720 × 12 нм Filamentous 720 × 12 nm	YBK PVT
16 порядков, 24 семейства / 16 orders, 24 families				
7 субъектов Российской Федерации,				
47 родов, 58 видов 47 genera, 58 species	94 вирусных изолята с 37 симптоматических комплексов 94 virus isolates with 37 symptom complexes	34 административных района, окрестности 5 городов 7 subjects of the Russian Federation, 34 administrative districts, the environs of 5 cities	3 морфологических типа вирионов 3 morphological types of virions	33 (35,1%) серотипирования 12 вирусов 33 (35,1%) serotyping of 12 viruses
				30 (31,9%) классифици- рованных вирусов 30 (31,9%) classified viruses

Примечание: \*Используется упорядочение по латинским названиям порядков, семейств и видов

\*\*Сокращённое название субъекта Российской Федерации (АО – Амурская область; ЕАО – Еврейская автономная область; КК – Камчатский край; ПК – Приморский край; РСЯ – Республика Саха-Якутия; СО – Сахалинская область; ХБ – Хабаровский край); административный район или город (Влк – Владивосток; ППК – Петропавловск-Камчатский)

\*\*\*ВЖМФ – вирус желтой мозаики фасоли, *Potyvirus phaseoliteum* (Patatavirales: Potyviridae); ВКПТ – вирус кольцевой пятнистости табака, *Nepovirus nicotianae* (Picornavirales: Secoviridae); ВМБК – вирус мозаики белого клевера, *Potexvirus trifolii* (Tymovirales: Alphaflexiviridae); ВМГО – вирус мозаики горошка однопарного (Martellivirales: Bromoviridae, Bromovirus); ВМК – вирус мозаики костреца, *Bromovirus BMV* (Martellivirales: Bromoviridae); ВМКГ – вирус мозаики клевера горного (Patatavirales: Potyviridae, Potyvirus); ВМПА – вирус мозаики подорожника азиатского, *Potexvirus marmorplantagonis* (Tymovirales: Alphaflexiviridae); ВМС – вирус мозаики сои, *Potyvirus glycitessellati* (Patatavirales: Potyviridae); БОМ – вирус озучной мозаики, *Cucumovirus CMV* (Martellivirales: Martelliviridae); БОМФ – вирус обыкновенной мозаики фасоли, *Potyvirus phaseovulgaris* (Patatavirales: Potyviridae); ВПГ – вирус полосатости гороха, *Carlavirus pisi* (Tymovirales: Betaflexiviridae); ВПТ – вирус погрязковости табака, *Tobravirus tabaci* (Martellivirales: Virgaviridae); ВТМ – вирус табачной мозаики, *Tobamovirus tabaci* (Martellivirales: Virgaviridae); СБК – S-вирус картофеля, *Carlavirus sigmasolani* (Tymovirales: Betaflexiviridae); ХБК – X-вирус картофеля, *Potexvirus espotati* (Tymovirales: Alphaflexiviridae); YBK – Y-вирус картофеля, *Potyvirus yituberosi* (Patatavirales: Potyviridae) [4]

Note: \*The arrangement for Latin names of orders, families, and species is used

\*\*Abbreviated name of the subject of the Russian Federation (AR – Amur region; JAR – Jewish autonomous region; KHK – Khabarovsk kraj; KK – Kamchatsky kraj; PK – Primorsky kraj; RSY – Republic of Sakha-Yakutia; SR – Sakhalin region); administrative region or city (PPK – Petropavlovsk-Kamchatsky; Vlk – Vladivostok)

\*\*\*BCMV – Bean common mosaic virus, *Potyvirus phaseovulgaris* (Patatavirales: Potyviridae); BMV – Brome mosaic virus, *Bromovirus BMV* (Martellivirales: Bromoviridae); BYMV – Bean yellow mosaic virus, *Potyvirus phaseoliteum* (Patatavirales: Potyviridae); CMV – Cucumber mosaic virus, *Cucumovirus CMV* (Martellivirales: Bromoviridae); MCLMV – Mountain clover mosaic virus (Patatavirales: Potyviridae); PeSV – Pea streak virus, *Carlavirus pisi* (Tymovirales: Betaflexiviridae); PLAMV – Plantago asiatica mosaic virus, *Potexvirus marmorplantagonis* (Tymovirales: Alphaflexiviridae); PVS – Potato virus S, *Carlavirus sigmasolani* (Tymovirales: Betaflexiviridae); PVX – Potato virus X, *Potexvirus espotati* (Tymovirales: Alphaflexiviridae); PVY – Potato virus Y, *Potyvirus yituberosi* (Patatavirales: Potyviridae); SMV – Soybean mosaic virus, *Potyvirus glycitessellati* (Patatavirales: Potyviridae); TMV – Tobacco mosaic virus, *Tobamovirus tabaci* (Martellivirales: Virgaviridae); TRSV – Tobacco ringspot virus, *Nepovirus nicotianae* (Picornavirales: Secoviridae); TRV – Tobacco rattle virus, *Tobravirus tabaci* (Martellivirales: Virgaviridae); VuMV – Vicia unijuga mosaic virus (Martellivirales: Bromoviridae); WCLMV – White clover mosaic virus, *Potexvirus trifolii* (Tymovirales: Alphaflexiviridae) [4]



Показано, что наибольшее количество дикорастущих растений с симптомами заболеваний встречаются в местах с интенсивным антропогенным воздействием – вблизи населенных пунктов, в районах с сельскохозяйственным производством, в сукцессиальных биотопах. Наиболее вероятными, на наш взгляд, могут быть две причины: интродукция человеком новых фитопатогенов из других регионов и снижение природной устойчивости в результате воздействия неблагоприятных факторов – контаминации промышленными и иными отходами, изменения микроклимата, вирусиферного давления. При этом, активизируется и обратный процесс: попав в природные растительные сообщества вирус становится опасным для культивируемых растений, поскольку сохраняется в дикорастущих растениях длительное время (особенно в многолетниках), что превращает их в постоянный резервуар инфекции.

Сказанное выше хорошо иллюстрируется на примере *C. CMV*. Было обнаружено значительное количество очагов этого вируса. Причем, больше всего растений, зараженных огуречной мозаикой, наблюдали в пределах населенных пунктов. Среди природной растительности, соседствующей с посевами, *C. CMV* был выявлен на подорожнике азиатском, *Plantago asiatica* (Lamiales: Plantaginaceae) с желтой мозаикой; осоте полевом, *Sonchus oleraceus* (Asterales: Asteraceae) с яркой пятнистостью; клевере ползучем с желтой пятнистостью; дуднике даурском, *Angelica dahurica* (Apiaceae) с яркой желтой пятнистостью; горошке приятном с хлорозом. Особенно много (до 90 %) выявлено инфицированных *C. CMV* растений лопуха большого, *Arctium lappa* (Asterales: Asteraceae). Этот вирус идентифицирован также среди посадок на сорных однолетних растениях сизебекии пушистой *Sigesbeckia pubescens* (Asterales: Asteraceae) и галинколе мелкоцветковой, *Galinsoga parviflora* (Asterales: Asteraceae), канатнике Теофраста, *Abutilon theophrasti* (Malvales: Malvaceae). Природные резервуары *C. CMV* выявлены среди древесных и кустарниковых растений: абрикос обыкновенный, *Prunus armeniaca* (Rosales: Rosaceae); абрикос маньчжурский, *Prunus mandshurica*; слива домашняя, *Prunus domestica*; смородина, *Ribes* sp. (Saxifragales: Grossulariaceae); жимолость съедобная, *Lonicera edulis* (Dipsacales: Caprifoliaceae); леспедеца двуцветная, *Lespedeza bicolor* (Fabales: Fabaceae). Иммунохимическими методами было показано, что на дикорастущих и культивируемых растениях часто присутствуют одни и те же штаммы *C. CMV*.

Следует подчеркнуть, что полученные данные включают только вирусные заболевания дикорастущих видов с выраженной симптоматикой. Однако вследствие латентного характера протекания инфекционного процесса в растениях естественной флоры (по крайней мере, на определенных стадиях вегетации), фитовирусов, конечно, больше, чем обнаружено. Иммунохимическим тестированием установлено, что в некоторых очагах выявляются растения латентно зараженные некоторыми фитовирусами. Иногда наблюдается исчезновение (или маскирование) симптомов заболевания в пределах очага и появление их вновь в последующие годы. Особенно это характерно для заболеваний, вызываемых представителями рода *Nepovirus* (Picornavirales: Secoviridae). Эти патогены, передающиеся через почву, в значительной степени поражают плодово-ягодные и декоративные

культуры и распространяются на небольшие расстояния. В природе эти возбудители выявлены на фриме азиатской, *Phryma asiatica* (Lamiales: Phrymaceae); бархате амурском, *Phellodendron amurense* (Sapindales: Rutaceae); астре шершавой, *Aster scaber* (Asterales: Asteraceae); рябине бузинолистной, *Sorbus sambucifolia* (Rosales: Rosaceae).

Характер распространения фитовирусов в природных биоценозах различен. Мы наблюдали, что некоторые заболевания длительное время существуют в виде четко ограниченных очагов, чаще всего в лесостепной зоне или на южных склонах сопков и холмов. Особенно это характерно для многолетних бобовых растений. В таких очагах иногда присутствовали несколько различных вирусов. По данным К.П. Дьяконова [33–35], в этих местах зимуют тли (Hemiptera: Aphidoidea) – гороховая (*Acyrtosiphon pisum*), бобовая (*Aphis fabae*), виковая (*Megoura viciae*) и др. – способные передавать энтомофильные вирусы. В связи с этим можно предположить, что эти очаги сформировались с участием переносчиков и поддерживаются в много-летних растениях. Кроме того, исследования показали, что в пределах подобных очагов растения может наблюдаться коинфекция нескольких вирусов, что, возможно, и является причиной проявления ярких симптомов.

#### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На хозяйственное значение фитопатогенов влияет структура сельскохозяйственного производства. Мелкотоварные фермы, дачные участки в большей степени подвержены очаговым инфекциям, поскольку в них наблюдается большое видовое и сортовое разнообразие и всегда находится чувствительное к инфекции растение. В природных фитоценозах, соседствующих с посевами, идентифицированы наиболее важные в экономическом плане патогены, характеризующихся интенсивным формированием новых и опасных штаммов. На дачных участках и огородах особенно часто инфекции вызываются представителями рода *Nepovirus*. Для более крупных хозяйств наибольшую опасность представляют энтомофильные вирусы. Их переносчики более мобильны, по сравнению с нематодами и могут за более короткий период перезаражать большее количество растений. Их природные очаги также хорошо сохраняются в составе естественной флоры. Наиболее экономически важными для Дальнего Востока являются вирусы, поражающие зерновые злаки, картофель и сою – эти патогены чрезвычайно вредоносны, вызывают суровые симптомы и даже гибель растений, снижают урожай и качество сельскохозяйственной продукции. Они также опасны и для естественных растительных сообществ. Все это обуславливает необходимость дальнейшего исследования фитопатогенных вирусов, их распространенности и способов циркуляции в природе, а рекомендации, выработанные на основе исследований следует учитывать сельхозпроизводителям при внедрении новых сортов и видов. Необходимым является и строгое соблюдение агротехники и профилактических мероприятий, используемых для предотвращения заражения этих интродуцированных из-за пределов региона растений и распространения вместе с ними вредоносных вирусов.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Костин В.Д. Вироzy дикорастущих растений Дальнего Востока России. Владивосток: Дальнаука, 2005. 122 с.
2. Костин В.Д., Волков Ю.Г. Этиология некоторых мозаичных заболеваний дикорастущих растений Дальнего Востока // В сб.: Вопросы защиты растений на Дальнем Востоке. Владивосток: ДВО АН СССР, 1989. С. 3–6.
3. Крылов А.В. Вирусы растений Дальнего Востока: идентификация, особенности биологии, классификация. Москва: Наука, 1992. 112 с.
4. Щелканов М.Ю., Какарека Н.Н., Волков Ю.Г., Толкач В.Ф. Становление фитовирусологии на Дальнем Востоке в контексте развития отечественной вирусологии. Владивосток: Изд-во ДВФУ, 2022. 142 с.
5. Щелканов М.Ю., Аристова В.А., Чумаков В.М., Львов Д.К. Историография термина «природный очаг» // В сб.: Новые и возвращающиеся инфекции в системе биобезопасности Российской Федерации. Москва: Изд-во Первого МГМУ им. И.М. Сеченова, 2014. С. 21–32.
6. Львов Д.К., Дерябин П.Г., Аристова В.А., Бутенко А.М., Галкина И.В., Громашевский В.Л., Давыдова А.А., Колобухина Л.В., Львов С.Д., Щелканов М.Ю. Атлас распространения возбудителей природноочаговых вирусных инфекций на территории Российской Федерации. Москва: Изд-во МЗ РФ, 2001. 192 с.
7. Щелканов М.Ю., Громашевский В.Л., Львов Д.К. Роль эколого-вирусологического районирования в прогнозировании влияния климатических изменений на ареалы арбовирусов // Вестник РАМН. 2006. N 2. С. 22–25.
8. Онищенко Г.Г., Кривуля С.Д., Чистякова Г.Г., Пакскина Н.Д., Хадарцев О.С., Алексеев В.В., Липницкий А.В., Савченко С.Т., Смелянский В.П., Пашанина Т.П. и др. Мероприятия по борьбе с лихорадкой Западного Нила на территории Российской Федерации. Методические указания МУ 3.1.3.2600-10 (утв. главным государственным санитарным врачом РФ 19 апреля 2010 г.). Москва, 2010. 45 с.
9. Arias J.H., Gómez-Gardeñes J., Meloni S., Estrada E. Epidemics on plants: Modeling long-range dispersal on spatially embedded networks // Journal of Theoretical Biology. 2018. V. 453. P. 1–13. <https://doi.org/10.1016/j.jtbi.2018.05.004>
10. Gomez D.F., Adams D.C., Cossio R.E., de Grammont P.C., Messina W.A., Royce F.S., Galindo-Gonzalez S., Hulcr J., Muino B.L., Vázquez L.L. Peering into the Cuba phytosanitary black box: An institutional and policy analysis // PLoS One. 2020. V. 15. N 9. Article id: e0239808. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0239808>
11. Nazarov P.A., Baleev D.N., Ivanova M.I., Sokolova L.M., Karakozova M.V. Infectious plant diseases: Etiology, current status, problems and prospects in plant protection // Acta Naturae. 2020. V. 12. N 3. P. 46–59. <https://doi.org/10.32607/actanaturae.11026>
12. Kakareka N., Volkov Yu., Tolkach V., Sapotskiy M., Shchelkanov M. Possibilities of obtaining and controlling virus-free material in the process of selection and seed production of main crops // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2021. V. 937. Article id: 032108. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/937/3/032108>
13. Щелканов М.Ю., Волков Ю.Г., Какарека Н.Н., Козловская З.Н., Сапоцкий М.В., Толкач В.Ф., Плешакова Т.И., Гапека А.В., Галкина И.В. Организация Российской государственной коллекции вирусов Восточной Азии на базе ДВО РАН // Материалы международной научной конференции «Приморские Зори 2017», Владивосток, 20–22 апреля, 2017. С. 466–470.
14. Volkov Yu.G., Kakareka N.N., Tolkach V.F., Shchelkanov M.Yu. Arthropod-vectors of phytoviruses in the Russian Far East: a review // Far Eastern Entomologist. 2024. N 510. P. 23–32. <https://doi.org/10.25221/fee.510.3>
15. Какарека Н.Н., Волков Ю.Г., Толкач В.Ф., Щелканов М.Ю. Разнообразие штаммов фитовирусов на юге российского Дальнего Востока // Юг России: экология, развитие. 2024. Т. 19. N 3. С. 18–34. <https://doi.org/10.18470/1992-1098-2024-3-2>
16. Какарека Н.Н., Волков Ю.Г., Сапоцкий М.В., Толкач В.Ф., Щелканов М.Ю. Вирусы злаковых культур и их переносчики на юге российского Дальнего Востока // Сельскохозяйственная биология. 2020. Т. 55. N 3. С. 439–450. <https://doi.org/10.15389/agrobiology.2020.3.439rus>
17. Volkov Y.G., Kakareka N.N., Tolkach V.F., Klykov A.G., Shchelkanov M.Yu. Ecology of rice viruses in the South of the Russian Far East // Rice Research: Open Access. 2024. V. 12. N 3. P. 409. <https://doi.org/10.4172/2375-4338.1000409>
18. Гапека А.В., Зеликова А.А., Жмуркина С.К., Леднева В.А., Волков Ю.Г., Какарека Н.Н., Щелканов М.Ю. Вирус штриховатой мозаики ячменя (Virgaviridae, Hordeivirus) как этиологический агент хлоротичной полосатости кукурузы (Zea mays) // Российская сельскохозяйственная наука. 2018. N 1. С. 22–26.
19. Волков Ю.Г., Какарека Н.Н., Толкач В.Ф., Дьяконов К.П., Москвина Т.В., Щелканов М.Ю. Тли (Homoptera: Aphididae) – переносчики вирусных болезней бобовых на Дальнем Востоке // Чтения памяти Алексея Ивановича Куренцова. 2019. N 30. С. 211–222. <https://doi.org/10.25221/kurentzov.30.20>
20. Какарека Н.Н., Волков Ю.Г., Толкач В.Ф., Табакаева Т.В., Белов Ю.А., Муратов А.А., Щелканов М.Ю. Вирусные болезни бобовых культур на юге Российского Дальнего Востока // Юг России: экология, развитие. 2021. Т. 16. N 4. С. 71–85. <https://doi.org/10.18470/1992-1098-2021-4-71-85>
21. Какарека Н.Н., Толкач В.Ф., Сапоцкий М.В., Волков Ю.Г., Щелканов М.Ю. Насекомые-переносчики вирусных заболеваний картофеля на Дальнем Востоке // Чтения памяти Алексея Ивановича Куренцова. 2019. N 30. С. 191–199. <https://doi.org/10.25221/kurentzov.30.18>
22. Толкач В.Ф., Какарека Н.Н., Волков Ю.Г., Козловская З.Н., Сапоцкий М.В., Плешакова Т.И., Дьяконов К.П., Щелканов М.Ю. Вирусные болезни овощных и бахчевых сельскохозяйственных культур на юге Дальнего Востока // Юг России: экология, развитие. 2019. Т. 14. N 4. С. 121–133. <https://doi.org/10.18470/1992-1098-2019-4-121-133>
23. Толкач В.Ф., Какарека Н.Н., Волков Ю.Г., Щелканов М.Ю. Вирусы овощных культур Дальнего Востока России и их переносчики // Чтения памяти Алексея Ивановича Куренцова. 2019. N 30. С. 200–210. <https://doi.org/10.25221/kurentzov.30.19>
24. Волков Ю.Г., Какарека Н.Н., Толкач В.Ф., Щелканов М.Ю. Вирусные заболевания плодово-ягодных культур на юге российского Дальнего Востока // Юг России: экология, развитие. 2022. Т. 17. N 4. С. 88–100. <https://doi.org/10.18470/1992-1098-2022-4-88-100>
25. Толкач В.Ф., Волков Ю.Г., Какарека Н.Н., Алиев М.Р., Щелканов М.Ю. Вирус огуречной мозаики в декоративных культурах на российском Дальнем Востоке // Юг России: экология, развитие. 2023. Т. 18. N 4. С. 91–103. <https://doi.org/10.18470/1992-1098-2023-4-91-103>
26. Какарека Н.Н., Козловская З.Н., Волков Ю.Г., Плешакова Т.И., Сапоцкий М.В., Щелканов М.Ю. Неповирусы (Picornavirales, Secoviridae, Nepovirus) на юге Дальнего Востока: результаты многолетнего мониторинга // Юг России: экология, развитие. 2017. N 4. С. 105–119. <https://doi.org/10.18470/1992-1098-2017-4-105-119>
27. Костин В.Д., Степаненко В.И., Омельченко В.Т. Кольцевая пятнистость – вирусное заболевание бодяка щетинистого // В сб.: Вирусные болезни сельскохозяйственных растений Дальнего Востока. Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1971. С. 219–220.
28. Костин В.Д., Волков Ю.Г. Некоторые свойства вируса, поражающего подорожник азиатский // В сб.: Вирусные болезни растений Дальнего Востока. Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1976. С. 205–210.
29. Костин В.Д., Волков Ю.Г. Мозаичное заболевание двукисточника // В сб.: Вирусные болезни растений Дальнего Востока. Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1976. С. 276–277.
30. Костин В.Д., Волков Ю.Г. Этиология некоторых мозаичных заболеваний дикорастущих растений Дальнего Востока // В сб.: Защита растений на Дальнем Востоке. Владивосток: ДВО АН СССР, 1989. С. 3–6.
31. Волков Ю.Г., Костин В.Д. Фитовирусы в естественных и искусственных растительных сообществах Дальнего Востока России (экологические и эпидемиологические аспекты) // В сб.: Становление и развитие фитовирусологии на Дальнем Востоке. Владивосток: Дальнаука, 2002. С. 136–154.
32. Khotimchenko Yu.S., Shchelkanov M.Yu. Viruses of the Ocean: On the shores of the aqua incognita. Horizons of taxonomic diversity // Russian Journal of Marine Biology. 2024. V. 50. P. 1–24. <https://doi.org/10.1134/S106307402401005X>



33. Дьяконов К.П. О возможности переноса некоторых фитовирусов тлями (Homoptera, Aphidinea) неспецифических видов // В сб.: Вирусные болезни растений Дальнего Востока. Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1976. С. 271–275.
34. Дьяконов К.П. Роль массовых вредителей-насекомых в инвазии ряда фитопатогенных вирусов // Чтения памяти Алексея Ивановича Куренцова. 2000. N 10. С. 5–16.
35. Дьяконов К.П. Трофические связи тлей (Homoptera, Aphidinea) как пример оптимального использования насекомыми кормовых ресурсов // Чтения памяти Алексея Ивановича Куренцова. 2003. N 13. С. 53–60.

## REFERENCES

1. Kostin V.D. *Virozy dikorastushchikh rastenii Dal'nego Vostoka Rossii* [Virosis of wild plants of the Russian Far East]. Vladivostok, Dalnauka Publ., 2005, 122 p. (In Russian)
2. Kostin V.D., Volkov Yu.G. Etiologiya nekotorykh mozaichnykh zaboolevaniy dikorastushchikh rastenii Dal'nego Vostoka [Etiology of some mosaic diseases of wild plants of the Far East]. In: *Voprosy zashchity rastenii na Dal'nem Vostoke* [Issues of plant protection in the Far East]. Vladivostok, Far Eastern Branch of the USSR Academy of Sciences Publ., 1989, pp. 3–6. (In Russian)
3. Krylov A.V. *Virussy rastenii Dal'nego Vostoka: identifikatsiya, osobennosti biologii, klassifikatsiya* [Plant viruses of the Far East: identification, features of biology, classification]. Moscow, Nauka Publ., 1992, 112 p. (In Russian)
4. Shchelkanov M.Yu., Kakareka N.N., Volkov Yu.G., Tolkach V.F. *Stanovlenie fitovirusologii na Dal'nem Vostoke v kontekste razvitiya otechestvennoi virusologii* [The formation of phytovirusology in the Far East in the context of the development of Russian virology]. Vladivostok, FEPU Publ., 2022, 142 p. (In Russian)
5. Shchelkanov M.Yu., Aristova V.A., Chumakov V.M., Lvov D.K. Istoriografiya termina «prirodnyi ochaG» [Historiography of the term "natural focus"]. In: *Novye i vozvrashchayushchiesya infektsii v sisteme biobezopasnosti Rossiiskoi Federatsii* [New and recurring infections in the biosafety system of the Russian Federation]. Moscow, Publishing House of the I.M. Sechenov First Moscow State Medical University, 2014, pp. 21–32. (In Russian)
6. Lvov D.K., Deryabin P.G., Aristova V.A., Butenko A.M., Galkina I.V., Gromashevsky V.L., Davydova A.A., Kolobukhina L.V., Lvov S.D., Shchelkanov M.Yu. *Atlas rasprostraneniya vzbuditelei prirodnookhagovykh virusnykh infektsii na territorii Rossiiskoi Federatsii* [Atlas of the spread of pathogens of naturally occurring viral infections in the territory of the Russian Federation]. Moscow, Ministry of Health of the Russian Federation Publ., 2001, 192 p. (In Russian)
7. Shchelkanov M.Yu., Gromashevsky V.L., Lvov D.K. The role of ecological-virological zoning in predicting the impact of climate change on the ranges of arboviruses. *Vestnik Rossiiskoi akademii meditsinskikh nauk* [Bulletin of the Russian Academy of Medical Sciences]. 2006, no. 2, pp. 22–25. (In Russian)
8. Onishchenko G.G., Krivulya S.D., Chistyakova G.G., Paskina N.D., Khadartsev O.S., Alekseev V.V., Lipnitsky A.V., Savchenko S.T., Smelyansky V.P., Pashanina T.P., et al. *Meropriyatiya po bor'be s likhoradkoi Zapadnogo Nila na territorii Rossiiskoi Federatsii. Metodicheskie ukazaniya MU 3.1.3.2600-10 (utv. Glavnym gosudarstvennym sanitarnym vrachom RF 19 aprelya 2010 g.)* [Measures to combat West Nile fever in the Russian Federation. Methodological guidelines MU 3.1.3.2600-10 (approved by the Chief State Sanitary Doctor of the Russian Federation on April 19, 2010)]. Moscow, 2010, 45 p. (In Russian)
9. Arias J.H., Gómez-Gardeñes J., Meloni S., Estrada E. Epidemics on plants: Modeling long-range dispersal on spatially embedded networks. *Journal of Theoretical Biology*, 2018, vol. 453, pp. 1–13. <https://doi.org/10.1016/j.jtbi.2018.05.004>
10. Gomez D.F., Adams D.C., Cossio R.E., de Grammont P.C., Messina W.A., Royce F.S., Galindo-Gonzalez S., Hulcr J., Muino B.L., Vázquez L.L. Peering into the Cuba phytosanitary black box: An institutional and policy analysis. *PLoS One*, 2020, vol. 15, no. 9, article id: e0239808. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0239808>
11. Nazarov P.A., Baleev D.N., Ivanova M.I., Sokolova L.M., Karakozova M.V. Infectious plant diseases: Etiology, current status, problems and prospects in plant protection. *Acta Naturae*, 2020, vol. 12, no. 3, pp. 46–59. <https://doi.org/10.32607/actanaturae.11026>
12. Kakareka N., Volkov Yu., Tolkach V., Sapotskiy M., Shchelkanov M. Possibilities of obtaining and controlling virus-free material in the process of selection and seed production of main crops. *IOF Conference Series: Earth and Environmental Science*, 2021, vol. 937, article id: 032108. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/937/3/032108>
13. Shchelkanov M.Yu., Volkov Yu.G., Kakareka N.N., Kozlovskaya Z.N., Sapotskiy M.V., Tolkach V.F., Pleshakova T.I., Gapeka A.V., Galkina I.V. Organizatsiya Rossiiskoi gosudarstvennoi kolleksii virusov Vostochnoi Azii na baze DVO RAN [Organization of the Russian State collection of East Asian viruses on the basis of the Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences]. *Materialy mezhdunarodnoi nauchnoi konferentsii «Primorskii Zori 2017»*, Vladivostok, 20-22 aprelya, 2017 [Proceedings of International Scientific Conference "Primorsky Dawns 2017", Vladivostok, 20-22 April, 2017]. Vladivostok, 2017, pp. 466–470. (In Russian)
14. Volkov Yu.G., Kakareka N.N., Tolkach V.F., Shchelkanov M.Yu. Arthropod-vectors of phytoviruses in the Russian Far East: a review. *Far Eastern Entomologist*, 2024, no. 510, pp. 23–32. <https://doi.org/10.25221/fee.510.3>
15. Kakareka N.N., Volkov Yu.G., Tolkach V.F., Shchelkanov M.Yu. The diversity of phytovirus strains in the south of the Russian Far East. *South of Russia: Ecology, Development*, 2024, vol. 19, no. 3, pp. 18–34. (In Russian) <https://doi.org/10.18470/1992-1098-2024-3-2>
16. Kakareka N.N., Volkov Yu.G., Sapotskiy M.V., Tolkach V.F., Shchelkanov M.Yu. Cereal viruses and their vectors in the south of the Russian Far East. *Agricultural Biology*, 2020, vol. 55, no. 3, pp. 439–450. (In Russian) <https://doi.org/10.15389/agrobiology.2020.3.439rus>
17. Volkov Yu.G., Kakareka N.N., Tolkach V.F., Klykov A.G., Shchelkanov M.Yu. Ecology of rice viruses in the South of the Russian Far East. *Rice Research: Open Access*, 2024, vol. 12, no. 3, pp. 409. <https://doi.org/10.4172/2375-4338.1000409>
18. Gapeka A.V., Zelikova A.A., Zhmurkina S.K., Ledneva V.A., Volkov Yu.G., Kakareka N.N., Shchelkanov M.Y. Streaked mosaic virus of barley (Virgaviridae, Hordeivirus) as an etiological agent of chlorotic streaking of corn (Zea mays). *Rossiiskaya sel'skokhozyaistvennaya nauka* [Russian Agricultural Science]. 2018, no. 1, pp. 22–26. (In Russian)
19. Volkov Yu.G., Kakareka N.N., Tolkach V.F., Dyakonov K.P., Moskvina T.V., Shchelkanov M.Yu. Aphids (Homoptera: Aphididae) are carriers of viral legume diseases in the Far East. *Readings in Memory of Alexey Ivanovich Kurentsov*, 2019, no. 30, pp. 211–222. (In Russian) <https://doi.org/10.25221/kurentzov.30.20>
20. Kakareka N.N., Volkov Yu.G., Tolkach V.F., Tabakaeva T.V., Belov Yu.A., Muratov A.A., Shchelkanov M.Yu. Viral diseases of legumes in the south of the Russian Far East. *South of Russia: Ecology, Development*, 2021, vol. 16, no. 4, pp. 71–85. (In Russian) <https://doi.org/10.18470/1992-1098-2021-4-71-85>
21. Kakareka N.N., Tolkach V.F., Sapotskiy M.V., Volkov Yu.G., Shchelkanov M.Yu. Insect vectors of viral potato diseases in the Far East. *Readings in Memory of Alexei Ivanovich Kurentsov*, 2019, no. 30, pp. 191–199. (In Russian) <https://doi.org/10.25221/kurentzov.30.18>
22. Tolkach V.F., Kakareka N.N., Volkov Yu.G., Kozlovskaya Z.N., Sapotskiy M.V., Pleshakova T.I., Dyakonov K.P., Shchelkanov M.Yu. Viral diseases of vegetable and melon crops in the south of the Far East. *South of Russia: Ecology, Development*, 2019, vol. 14, no. 4, pp. 121–133. <https://doi.org/10.18470/1992-1098-2019-4-121-133>
23. Tolkach V.F., Kakareka N.N., Volkov Yu.G., Shchelkanov M.Yu. Viruses of vegetable crops of the Russian Far East and their vectors. *Readings in Memory of Alexei Ivanovich Kurentsov*, 2019, no. 30, pp. 200–210. (In Russian) <https://doi.org/10.25221/kurentzov.30.19>
24. Volkov Yu.G., Kakareka N.N., Tolkach V.F., Shchelkanov M.Yu. Viral diseases of fruit and berry crops in the south of the Russian Far East. *South of Russia: Ecology, Development*, 2022, vol. 17, no. 4, pp. 88–100. (In Russian) <https://doi.org/10.18470/1992-1098-2022-4-88-100>
25. Tolkach V.F., Volkov Yu.G., Kakareka N.N., Aliev M.R., Shchelkanov M.Y. Cucumber mosaic virus in ornamental crops in the Russian Far East. *South of Russia: Ecology, Development*, 2023, vol. 18, no. 4, pp. 91–103. <https://doi.org/10.18470/1992-1098-2023-4-91-103>

26. Kakareka N.N., Kozlovskaya Z.N., Volkov Yu.G., Pleshakova T.I., Sapotsky M.V., Shchelkanov M.Yu. Nepoviruses (Picornavirales, Secoviridae, Nepovirus) in the south of the Far East: results of long-term monitoring. *South of Russia: Ecology, Development*, 2017, no. 4, pp. 105–119. (In Russian) <https://doi.org/10.18470/1992-1098-2017-4-105-119>
27. Kostin V.D., Stepanenko V.I., Omelchenko V.T. Kol'tsevaya pyatnistost' – virusnoe zabolevanie bodyaka shchetinistogo [Ring spotting is a viral disease of the bristly carp]. In: *Virusnye bolezni sel'skokhozyaistvennykh rastenii Dal'nego Vostoka* [Viral diseases of agricultural plants of the Far East]. Vladivostok, Far Eastern Scientific Center of the Academy of Sciences of the USSR Publ., 1971, pp. 219–220. (In Russian)
28. Kostin V.D., Volkov Yu.G. Nekotorye svoystva virusa, porazhayushchego podorozhnik aziatskii [Some properties of the virus affecting the Asian plantain]. In: *Virusnye bolezni rastenii Dal'nego Vostoka* [Viral plant diseases of the Far East]. Vladivostok, Far Eastern Scientific Center of the Academy of Sciences of the USSR Publ., 1976, pp. 205–210. (In Russian)
29. Kostin V.D., Volkov Yu.G. Mozaichnoe zabolevanie dvukistochnika [Mosaic disease of the phalaris]. In: *Virusnye bolezni rastenii Dal'nego Vostoka* [Viral plant diseases of the Far East]. Vladivostok, Far Eastern Scientific Center of the Academy of Sciences of the USSR Publ., 1976, pp. 276–277. (In Russian)
30. Kostin V.D., Volkov Yu.G. Ehtiologiya nekotorykh mozaichnykh zabolevanii dikorastushchikh rastenii Dal'nego Vostoka [Etiology of some mosaic diseases of wild plants of the Far East]. In: *Zashchita rastenii na Dal'nem Vostoke* [Plant protection in the Far East]. Vladivostok, Far Eastern Branch of the USSR Academy of Sciences Publ., 1989, pp. 3–6. (In Russian)
31. Volkov Yu.G., Kostin V.D. Fitovirusy v estestvennykh i iskusstvennykh rastitel'nykh soobshchestvakh Dal'nego Vostoka Rossii (ehkologicheskie i ehpidemiologicheskie aspekty) [Phytoviruses in natural and artificial plant communities of the Russian Far East (ecological and epidemiological aspects)]. In: *Stanovlenie i razvitiye fitovirusologii na Dal'nem Vostoke* [Formation and development of phytovirusology in the Far East]. Vladivostok, Dalnauka Publ., 2002, pp. 136–154. (In Russian)
32. Khotimchenko Yu.S., Shchelkanov M.Yu. Viruses of the Ocean: On the shores of the aqua incognita. Horizons of taxonomic diversity. *Russian Journal of Marine Biology*, 2024, vol. 50, pp. 1–24. <https://doi.org/10.1134/S106307402401005X>
33. Dyakonov K.P. O vozmozhnosti perenosa nekotorykh fitovirusov tlyami (Homoptera, Aphidinea) nespetsificheskikh vidov [On the possibility of transmission of some phytoviruses by aphids (Homoptera, Aphidinea) of nonspecific species]. In: *Virusnye bolezni rastenii Dal'nego Vostoka* [Viral diseases of plants of the Far East]. Vladivostok, Far Eastern Scientific Center of the Academy of Sciences of the USSR Publ., 1976, pp. 271–275. (In Russian)
34. Dyakonov K.P. The role of mass insect pests in the invasion of a number of phytopathogenic viruses. *Chteniya pamyati Alekseya Ivanovicha Kurentsova* [Readings in memory of Alexei Ivanovich Kurentsov]. 2000, no. 10, pp. 5–16. (In Russian)
35. Dyakonov K.P. Trophic relationships of aphids (Homoptera, Aphidinea) as an example of optimal use of food resources by insects. *Chteniya pamyati Alekseya Ivanovicha Kurentsova* [Readings in memory of Alexey Ivanovich Kurentsov]. 2003, no. 13, pp. 53–60. (In Russian)

#### КРИТЕРИИ АВТОРСТВА

Юрий Г. Волков, Валентина Ф. Толкач, Надежда Н. Какарека, Егор М. Щелканов и Михаил Ю. Щелканов разработали концепцию статьи, подготовили ее текст, подбирали научную литературу по тематике статьи и проводили ее анализ. Все авторы в равной степени участвовали в написании рукописи, и несут ответственность при обнаружении плагиата, самоплагиата или других неэтических проблем.

#### КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

#### AUTHOR CONTRIBUTIONS

Yury G. Volkov, Valentina F. Tolkach, Nadezhda N. Kakareka, Egor M. Shchelkanov and Mikhail Yu. Shchelkanov developed the concept of the article, prepared its text, selected scientific literature on the subject of the article and analysed it. All authors are equally participated in the writing of the manuscript and are responsible for plagiarism, self-plagiarism and other ethical transgressions.

#### NO CONFLICT OF INTEREST DECLARATION

The authors declare no conflict of interest.

#### ORCID

Юрий Г. Волков / Yury G. Volkov <https://orcid.org/0000-0002-4631-1678>  
 Валентина Ф. Толкач / Valentina F. Tolkach <https://orcid.org/0000-0002-1893-9580>  
 Надежда Н. Какарека / Nadezhda N. Kakareka <https://orcid.org/0000-0002-2567-0452>  
 Егор М. Щелканов / Egor M. Shchelkanov <https://orcid.org/0000-0003-0202-958X>  
 Михаил Ю. Щелканов / Mikhail Yu. Shchelkanov <https://orcid.org/0000-0001-8610-7623>