

Дмитриева Л. Н., Чумачкова Е.А., Краснов Я.М., Осина Н. А.,
Змирова А.А., Иванова А.В., Карнаухов И. Г., Караваева Т.Б.,
Щербакова С. А., Кутырев В. В.

Распространение вариантов вируса SARS-COV-2, вызывающих интерес (VOI) и находящихся под наблюдением (VUM), на основе количества их геномов, депонированных в базу данных GISAID за неделю с 1 по 7 февраля 2025 г.

*ФКУН Российский научно-исследовательский противочумный институт «Микроб»
Роспотребнадзора, Саратов, Российская Федерация*

В обзоре представлена информация по циркулирующим в настоящее время вариантам вируса SARS-COV-2 Omicron вызывающих интерес (VOI) и находящихся под наблюдением (VUM), геномные последовательности которых размещены в международной базе данных GISAID за неделю Распространение вариантов вируса SARS-COV-2, вызывающих интерес (VOI) и находящихся под наблюдением (VUM), на основе количества их геномов, депонированных в базу данных GISAID за неделю с 1 по 7 февраля 2025 г.

В соответствии с классификацией ВОЗ со 2 декабря 2024 г. к вариантам вируса SARS-COV-2, вызывающих интерес (VOI), отнесен один субвариант: JN.1 (таблица 1), в группу вариантов VUM с 24 декабря 2025 г. включены семь субвариантов, а именно KP.2, KP.3, KP.3.1.1, JN.1.18, LB.1, XEC и LP.8.1 (таблица 2).

Таблица 1. Варианты, вызывающие интерес (VOIs) и циркулирующие в настоящее время (по состоянию на 7 февраля 2025 г.)

Pango lineage	Next strain clade	Genetic features	Earliest documented samples	Date of designation and risk assessments
JN.1 [#]	24A	BA.2.86 + S:L455S	25-08-2023	18-12-2023
				JN.1 Initial Risk Evaluation 18 December 2023
				JN.1 Updated Risk Evaluation 9 February 2024
				JN.1 Updated Risk Evaluation 15 April 2024

[#] Исключая сублинии JN.1, указанные ниже как VUM

Таблица 2. Варианты, находящиеся под наблюдением (VUM) и циркулирующие в настоящее время (по состоянию на 7 февраля 2025 г.)

Pango lineage	Next strain clade	Genetic features	Earliest documented samples	Date of designation and risk assessments
KP.2	24B	JN.1 + S:R346T, S:F456L, S:V1104L	02-01-2024	03-05-2024
KP.3	24C	JN.1 + S:F456L, S:Q493E, S:V1104L	11-02-2024	03-05-2024
KP.3.1.1	24C	KP.3 + S:S31-	27-03-2024	19-07-2024
JN.1.18	24A	JN.1 + S:R346T	02-11-2023	03-05-2024
LB.1	24A	JN.1 + S:S31-, S:Q183H, S:R346T, S:F456L	26-02-2024	28-06-2024
XEC	24F	JN.1 + S:T22N, S:F59S, S:F456L, S:Q493E, S:V1104L	26-06-2024	24-09-2024 XEC Initial Risk Evaluation 09 December 2024
LP.8.1	24B	JN1 + S:S31-, S:F186L, S:R190S, S:R346T, S:V445R, S:F456L, S:Q493E, S:K1086R, S:V1104L	01-07-2024	24-01-2025

На сегодняшний день в базе данных GISAID всего представлено 17 171 820 геномов вируса SARS-CoV-2 (за прошедшую неделю депонировано 7 781 геномная последовательность, за предыдущий аналогичный период – 6 082). В мире странами – лидерами по количеству депонированных штаммов SARSCoV-2 остаются США (5 263 210 геномов) и Великобритания (3 176 332 генома) – 49,1% от всех последовательностей, размещенных в GISAID.

Всего в базу данных GISAID депонировано 9 643 154 геномов варианта Omicron, за анализируемую неделю размещено еще 7 477 геномных последовательностей 96,1% от всех представленных за текущую неделю геновариантов вируса SARS-CoV-2 (на прошлой неделе – 98,7%). Российскими лабораториями размещено 91 975 геномов вируса SARS-CoV-2, в том числе варианта Omicron – 59 536 геномных последовательностей.

В базе данных GISAID зафиксировано депонирование варианта Omicron из 213 стран и территорий: Австралия, Австрия, Азербайджан, Албания, Алжир, Американское Самоа, Андорра, Ангола, Антигуа и Барбуда, Ангилья, Аргентина, Армения, Аруба, Афганистан, Бангладеш, Барбадос, Бахрейн, Беларусь, Бельгия, Бермудские Острова, Белиз, Бенин, Болгария, Боливия, Ботсвана, Босния и Герцеговина, Бонайре, Бразилия, Бруней, Британские Виргинские острова, Бутан, Бурунди, Буркина-Фасо, Великобритания, Венесуэла, Венгрия, Виргинские Острова (США), Вьетнам, Гана, Гаити, Гамбия, Гайана, Гваделупа, Гватемала, Гвинея, Германия, Гибралтар, Гондурас, Гонконг, Гренада, Греция, Грузия, Гуам, Габон, Дания, Джибути, Доминиканская Республика, Доминика, ДРК, Демократическая Республика Восточный Тимор, Египет, Замбия, Зимбабве, Израиль, Индия, Индонезия, Иордания, Ирак, Иран, Ирландия, Исландия, Испания, Италия, Кабо-Верде, Казахстан, Каймановы Острова, Камбоджа, Камерун, Канада, Катар, Кения, Кипр, Китай, Кирибати, Колумбия, Косово, Коста-Рика, Кот-д'Ивуар, Куба, Кувейт, Кыргызстан, Кюрасао, Лаос, Латвия, Либерия, Ливан, Ливия, Лихтенштейн, Литва, Лесото (Королевство Лесото), Люксембург, Мадагаскар, Маврикий, Мавритания, Малави,

Малайзия, Мальдивы, Мальта, Мали, Марокко, Мартиника, Маршалловы Острова, Майотта, Мексика, Мозамбик, Молдова, Монако, Монголия, Монтсеррат, Мьянма, Микронезия, Намибия, Нидерланды, Нигер, Нигерия, Непал, Независимое государство Самоа, Ниуэ, Норвегия, Новая Зеландия, Новая Каледония, Никарагуа, Оман, ОАЭ, Острова Кука, Пакистан, Палестина, Панама, Палау, Парагвай, Папуа Новая Гвинея, Перу, Португалия, Польша, Пуэрто-Рико, Реюньон, Республика Конго, Республика Сейшельские Острова, Республика Гвинея-Бисау, Республика Вануату, Румыния, Россия, Руанда, Сальвадор, Сен-Мартен, Синт-Мартен, Саудовская Аравия, Северная Македония, Северные Марианские острова, Сенегал, Союз Коморских Островов, Сьерра-Леоне, Словакия, Словения, Сингапур, Сирия, США, Сент-Китс и Невис, Сент-Винсент и Гренадины, Сент-Люсия, Сербия, Содружество Багамских Островов, Соломоновы острова, Сомали, Судан, Суринам, Таиланд, Тайвань, Танзания, Теркс и Кайкос, Того, Тонга, Тринидад и Тобаго, Тунис, Турция, Уганда, Узбекистан, Украина, Уругвай, Финляндия, Франция, Французская Гвиана, Французская Полинезия, Филиппины, Хорватия, Черногория, Чехия, Чили, Чад, ЦАР, Швеция, Швейцария, Шри-Ланка, Эквадор, Эстония, Эсватини, Эфиопия, Экваториальная Гвинея, ЮАР, Южная Корея, Южный Судан, Япония, Ямайка.

За последние 4 недели всего 28 стран (13,1%) (за предыдущие – 27 стран (12,7%)) депонировали новые геномные последовательности Omicron в GISAID.

По данным GISAID EpiCoV на сегодняшний день в мире доминирующими геновариантами среди циркулирующих штаммов вируса SARS-CoV-2 являются: ХЕС, КР.3.1.1 и LP.8.1 (рис. 1).

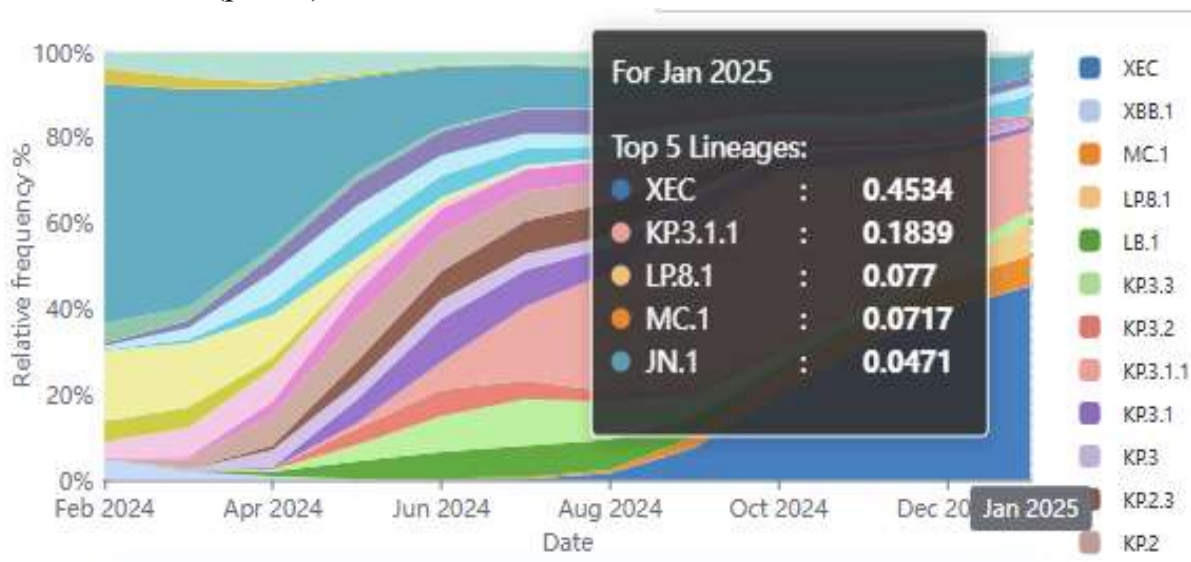


Рисунок 1. Частота проявлений геновариантов SARS-CoV-2 (по состоянию на 7 февраля 2025 г.)

По последним данным, опубликованным на сайте <https://www.epicov.org>, распространение в регионах ВОЗ субвариантов Omicron секвенированных и загруженных в базу данных GISAID с 8 октября 2024 г. по 6 января 2025 г. представлено на рисунках 2 и 3. В странах Африки доминировали субварианты JN.1.40 (24,4%), КР.3.1.1 (13,5%), LB.1.3 (12,2%); в регионе Юго-Восточной Азии – КР.3.1.1

(19,84%), ХЕС (17,3%), XDV.1 (11,7 %), КР.3.3 (9,4%); в Европейском регионе – ХЕС (37,1%), КР.3.1.1 (30,4%); (рис 2). В регионе Северной Америки среди циркулирующих субвариантов Omicron преобладали КР.3.1.1 (44,9%) и ХЕС (26,5%), в Западно-Тихоокеанском регионе – КР.3.1.1 (38,3%) и ХЕС (32,9%), в Южной Америке – КР.3.1.1 (30,4 %), JN.1.11 (19,1 %) и ХЕС (11,8%) (рис. 3).

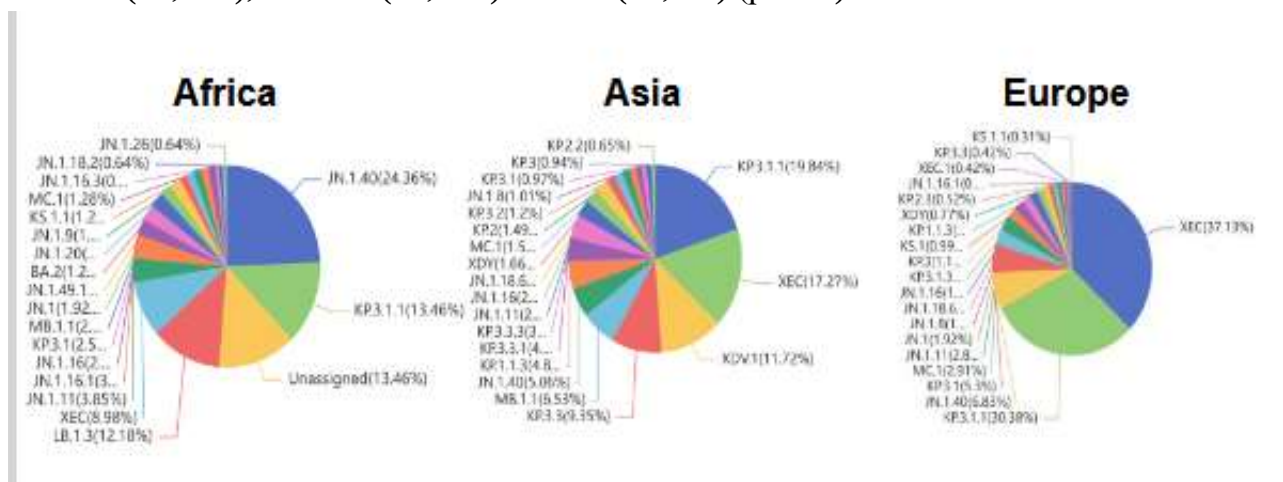


Рисунок 2 Распространение субвариантов Omicron в регионах – Африканском, Юго-Восточной Азии и Европейском

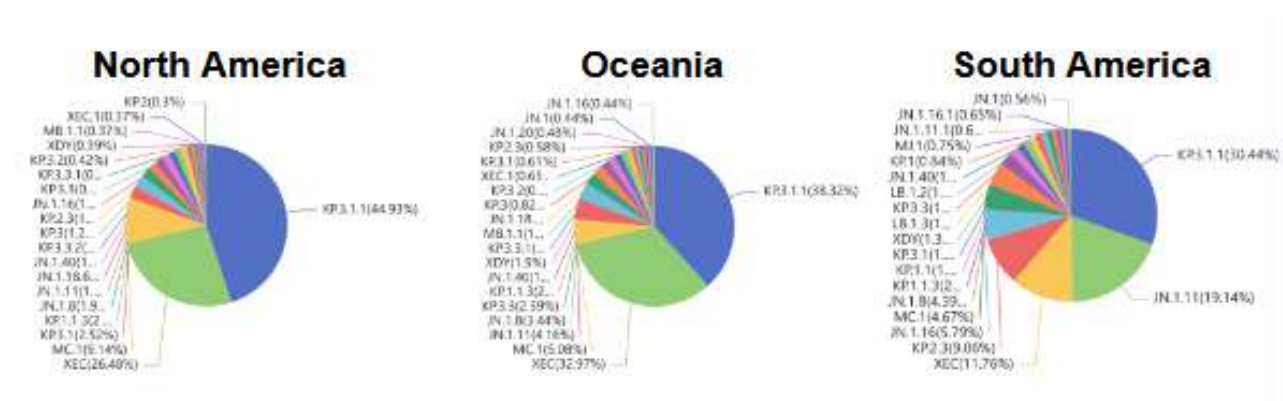


Рисунок 3 Распространение субвариантов Omicron в регионах – Северной и Южной Америки и Тихоокеанском

Варианты, вызывающие интерес (VOI)

Геномные последовательности субварианта JN.1 представлены из 148 стран. За прошедшую неделю распространенность субварианта зарегистрирована на уровне 4,7% (на предыдущей неделе 4,4%).

Варианты, находящиеся под наблюдением (VUM)

С момента идентификации в базе данных GISAID распространение субварианта КР 3.1.1 оценивается на уровне 19,9% (+1,4 % за прошедшую неделю). Последовательности размещены из 67 стран, за последние 4 недели – преимущественно из США и Греции (Рис. 4).

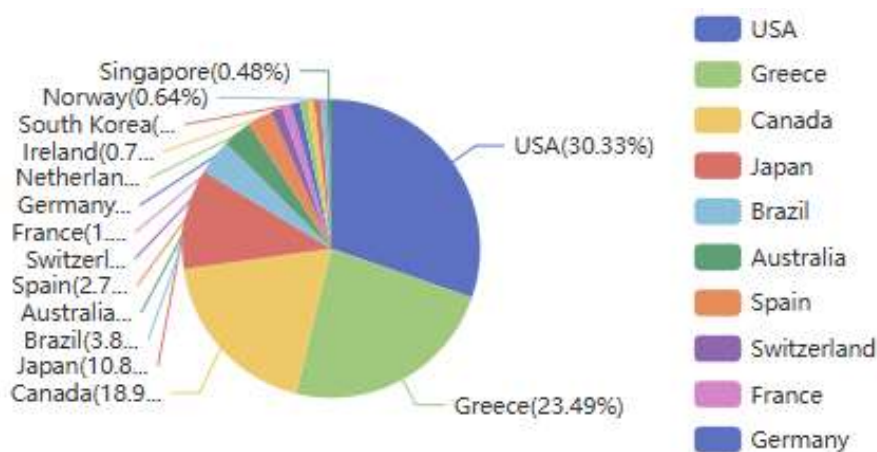


Рисунок 4. Страны с наибольшим депонированием последовательностей субварианта KP.3.1.1 (с 14 января по 7 февраля 2025 г.)

В базе данных GISAID геномные последовательности субварианта ХЕС представлены из 57 стран, распространенность на уровне 45,3% (-0,3% за прошедшую неделю). За последние 4 недели удельный вес ХЕС среди секвенированных штаммов составил в Ирландии – 85,7%, Великобритании – 74,1%, Дании – 65,5%, Германии – 62,2%, Австралии – 57,0%, Испании – 56,3%, Японии – 51,0%, Канаде – 41,3%, США – 41,2%, Сингапуре – 26,8%.

В базе GISAID депонировано 22 913 последовательностей субварианта LB.1, как минимум, из 95 стран. Распространенность субварианта зарегистрирована на уровне 0,1%.

Субвариант JN.1.18 размещен лабораториями 94 стран, распространенность в мире – 0,1%.

Субвариант KP.2 циркулирует, как минимум, в 101 стране. За последние 4 недели распространенность субварианта в мире зафиксирована на уровне менее 1%.

Субвариант KP.3 (FLuQE) секвенирован лабораториями 88 стран, распространенность оценивается на низком уровне (около 1%).

В GISAID представлено 2 356 геномов варианта с растущей распространенностью LP.8.1 из 30 стран, распространенность составляет 7,7% (на прошедшей неделе 6,8%).

Информация по обновленным данным о депонированных геномах вируса SARSCOV-2 варианта **Omicron** (B.1.1.529+BA.*) в базе GISAID дана в таблице 3.

Таблица 3 – Количество депонированных геномов вариантов вируса SARS-CoV-2 Omicron (B.1.1.529+BA.*) в базе GISAID

Страна	Учреждение, проводившее секвенирование	Количество депонированных геномов Omicron (B.1.1.529)	В том числе количество геномов Omicron, депонированных за последние 4 недели (11.01.2025 – 07.02.2025 г.)	Процент геномов, относящихся к варианту Omicron (B.1.1.529), депонированных за последние 4 недели
Австралия (рост заболеваемости)	NSW Health Pathology – Institute of Clinical Pathology and Medical Research; Westmead Hospital; University of Sydney	188011	152	100,0
Австрия (стабилизация заболеваемости)	Bergthaler laboratory, CeMM Research Center for Molecular Medicine of the Austrian Academy of Sciences	194715	2	100,0
Азербайджан (стабилизация заболеваемости)	National Hematology and Transfusiology Center	57	0	0,0
Албания (стабилизация заболеваемости)	Respiratory Virus Unit, National Infection Service, Public Health England	1120	0	0,0
Алжир (стабилизация заболеваемости)	National Reference Center for Viruses of Respiratory Infections, Institut Pasteur, Paris	889	0	0,0
Американские Виргинские острова (стабилизация заболеваемости)	UW Virology Lab	1451	0	0,0
Американское Самоа (стабилизация заболеваемости)	Centers for Disease Control and Prevention Division of Viral Diseases, Pathogen Discovery	160	0	0,0
Ангилья (стабилизация заболеваемости)	Carrington Lab, Department of PreClinical Sciences, Faculty of Medical Sciences, The University of the West Indies	54	0	0,0
Ангола (стабилизация заболеваемости)	KRISP, KZN Research Innovation and Sequencing Platform	168	0	0,0
Андорра (стабилизация)	Instituto de Salud Carlos III	323	0	0,0

заболеваемости)				
Антигуа и Барбуда (стабилизация заболеваемости)	Carrington Lab, Department of Preclinical Sciences, Faculty of Medical Sciences, The University of the West Indies, St Augustine Campus	131	0	0,0
Аргентина (стабилизация заболеваемости)	Instituto Nacional Enfermedades Infecciosas C.G.Malbran	11167	0	0,0
Армения (стабилизация заболеваемости)	Institute of Molecular Biology NAS RA, Republic of Armenia, Department of Bioengineering, Bioinformatics Institute and Molecular Biology IBMPH RAU, Republic of Armenia	17	0	0,0
Аруба (стабилизация заболеваемости)	National Institute for Public Health and the Environment(RIVM)	1060	0	0,0
Афганистан (стабилизация заболеваемости)	Central Public Health Lab	25	0	0,0
Багамские острова (стабилизация заболеваемости)	Laboratory of Respiratory Viruses and Measles, Oswaldo Cruz Institute, FIOCRUZ	157	0	0,0
Бангладеш (стабилизация заболеваемости)	Child Health Research Foundation	2405	0	0,0
Барбадос (стабилизация заболеваемости)	Carrington Lab, Department of PreClinical Sciences, Building 36, First Floor Biochemistry Unit, Faculty of Medical Sciences, The University of the West Indies	354	0	0,0
Бахрейн (стабилизация заболеваемости)	Communicable Disease Laboratory, Public Health Directorate	7886	0	0,0
Беларусь (стабилизация заболеваемости)	Laboratory for HIV and opportunistic infections diagnosis The Republican Research and Practical Center for Epidemiology and Microbiology(RRPCM)	120	0	0,0
Белиз (стабилизация заболеваемости)	Texas Children's Microbiome Center	703	0	0,0
Бельгия (стабилизация заболеваемости)	KU Leuven, Rega Institute, Clinical and Epidemiological Virology	100549	0	0,0
Бенин (стабилизация заболеваемости)	Institut für Virologie – Institute of Virology – Charite	518	0	0,0

Бермудские острова (стабилизация заболеваемости)	Respiratory Virus Unit, National Infection Service, Public Health England	210	0	0,0
Болгария (стабилизация заболеваемости)	National Center of Infectious and Parasitic Diseases	8104	0	0,0
Боливия (стабилизация заболеваемости)	Laboratory of Respiratory Viruses and Measles, Oswaldo Cruz Institute, FIOCRUZ	415	2	100,0
Бонэйр (стабилизация заболеваемости)	National Institute for Public Health and the Environment(RIVM)	1084	0	0,0
Босния и Герцеговина (стабилизация заболеваемости)	University of Sarajevo, Veterinary Faculty, Laboratory for Molecular Diagnostic and Research Laboratory	263	0	0,0
Ботсвана (стабилизация заболеваемости)	Botswana Institute for Technology Research and Innovation	3472	0	0,0
Бразилия (стабилизация заболеваемости)	Instituto Adolfo Lutz, Interdisciplinary Procedures Center, Strategic Laboratory	133644	2	100,0
Британские Виргинские Острова (стабилизация заболеваемости)	Caribbean Public Health Agency	46	0	0,0
Бруней (стабилизация заболеваемости)	National Public Health Laboratory, National Centre for Infectious Diseases(National Virology Reference Laboratory)	6452	0	0,0
Бутан (стабилизация заболеваемости)	AFRIMS	146	0	0,0
Буркина-Фасо (стабилизация заболеваемости)	Laboratoire bacteriologie virologie CHUSS	87	0	0,0
Бурунди (стабилизация заболеваемости)	MRC/UVRI & LSHTM Uganda Research Unit, National Institute of Public Health	93	0	0,0
Великобритания (стабилизация заболеваемости)	COVID-19 Genomics UK (COG-UK) Consortium. Wellcome Sanger Institute for the COVID-19 Genomics UK (COG-UK) consortium.	1547779	179	97,5
Венгрия (стабилизация заболеваемости)	National Laboratory of Virology, Szentágothai Research Centre	893	0	0,0
Венесуэла (стабилизация	Laboratorio de Virología Molecular	995	0	0,0

заболеваемости)				
Вьетнам (стабилизация заболеваемости)	National Influenza Center, National Institute of Hygiene and Epidemiology(NIHE)	6679	0	0,0
Габон (стабилизация заболеваемости)	Centre de recherches médicales de Lambaréné(CERMEL)	2	0	0,0
Гаити (стабилизация заболеваемости)	Laboratoire National de Santé Publique – LNSP(HAITI – LNSP)	841	0	0,0
Гайана (стабилизация заболеваемости)	CNR Virus des Infections Respiratoires – France SUD	118	0	0,0
Гамбия (стабилизация заболеваемости)	MRCG at LSHTM Genomics lab	333	0	0,0
Гана (стабилизация заболеваемости)	Department of Biochemistry, Cell and Molecular Biology, West African Centre for Cell Biology of Infectious Pathogens(WACCBIP), University of Ghana	2535	0	0,0
Гваделупа (стабилизация заболеваемости)	National Reference Center for Viruses of Respiratory Infections, Institut Pasteur, Paris	752	0	0,0
Гватемала (стабилизация заболеваемости)	Asociación de Salud Integral/Clinica Familiar Luis Ángel García	5058	0	0,0
Гвинея (стабилизация заболеваемости)	Centre de Recherche et de Formation en Infectiologie Guinée	536	0	0,0
Гвинея-Бисау (стабилизация заболеваемости)	MRCG at LSHTM, Genomics lab	19	0	0,0
Германия (стабилизация заболеваемости)	Charité Universitätsmedizin Berlin, Institut für Virologie. Institute of infectious medicine & hospital hygiene, CaSe-Group.	590877	55	100,0
Гибралтар (стабилизация заболеваемости)	Respiratory Virus Unit, National Infection Service, Public Health England	122	0	0,0
Гондурас (стабилизация заболеваемости)	Genomics and Proteomics Department, Gorgas Memorial Institute For Health Studies	392	0	0,0
Гонконг (стабилизация заболеваемости)	Hong Kong Department of Health	16905	33	100,0
Гренада	WINDREF/SGU Laboratory	112	0	0,0
Греция (стабилизация	Greek Genome Center, Biomedical Research	28034	0	0,0

заболеваемости)	Foundation of the Academy of Athens(BRFAA)			
Грузия (стабилизация заболеваемости)	Department for Virology, Molecular Biology and Genome Research, R. G. Lugar Center for Public Health Research, National Center for Disease Control and Public Health(NCDC) of Georgia.	2695	0	0,0
Гуам (стабилизация заболеваемости)	Centers for Disease Control and Prevention Division of Viral Diseases, Pathogen Discovery	548	0	0,0
Дания (стабилизация заболеваемости)	Albertsen lab, Department of Chemistry and Bioscience, Aalborg University. Department of Virus and Microbiological Special Diagnostics, Statens Serum Institut.	394506	5	100,0
Доминика (стабилизация заболеваемости)	Carrington Lab, Department of PreClinical Sciences, Faculty of Medical Sciences, The University of the West Indies, St Augustine Campus	10	0	0,0
Доминиканская Республика (стабилизация заболеваемости)	Respiratory Viruses Branch, Centers for Disease Control and Prevention, USA	2304	0	0,0
Демократическая Республика Конго (стабилизация заболеваемости)	Pathogen Sequencing Lab, National Institute for Biomedical Research(INRB)	597	0	0,0
Египет (стабилизация заболеваемости)	Main Chemical Laboratories Egypt Army	3008	0	0,0
Замбия (стабилизация заболеваемости)	University of Zambia, School of Veterinary Medicine	1272	0	0,0
Зимбабве (стабилизация заболеваемости)	National Microbiology Reference Laboratory(Quadram Institute Bioscience)	316	0	0,0
Израиль (стабилизация заболеваемости)	Central Virology Laboratory, Israel Ministry of Health	123377	60	100,0
Индия (стабилизация заболеваемости)	Department of Neurovirology, National Institute of Mental Health and Neurosciences(NIMHANS).CSIR–Centre for Cellular and Molecular Biology	148979	0	0,0
Индонезия (стабилизация заболеваемости)	National Institute of Health Research and Development	41381	0	0,0
Иордания (стабилизация	Andersen lab at Scripps Research, CA, USA	336	0	0,0

заболеваемости)				
Ирак (стабилизация заболеваемости)	Biology, College of Education Department of Virology, Faculty of Medicine, University of Helsinki, Helsinki, Finland generated and submitted to GISAID	435	0	0,0
Иран (стабилизация заболеваемости)	National Reference Laboratory for COVID-19, Pasteur Institute of Iran	2924	0	0,0
Ирландия (стабилизация заболеваемости)	National Virus Reference Laboratory	66476	41	100,0
Исландия (стабилизация заболеваемости)	Landspítali Department of Clinical Microbiology	12011	0	0,0
Испания (стабилизация заболеваемости)	Hospital Universitario 12 de Octubre	172751	89	100,0
Италия (стабилизация заболеваемости)	Army Medical Center, Scientific Department, Virology Laboratory	105007	39	100,0
Кабо-Верде (стабилизация заболеваемости)	Institut Pasteur de Dakar	771	0	0,0
Казахстан (стабилизация заболеваемости)	Reference laboratory for the control of viral infections	2891	0	0,0
Камбоджа (стабилизация заболеваемости)	Virology Unit, Institut Pasteur du Cambodge	2163	0	0,0
Камерун (стабилизация заболеваемости)	CREMER(Centre de Recherches sur les Maladies Emergentes et Ré-émergentes)	1364	0	0,0
Канада (стабилизация заболеваемости)	Laboratoire de santé publique du Québec	420335	2536	99,9
Каймановы острова	Cayman Islands Molecular Biology Laboratory	286	0	0,0
Катар (стабилизация заболеваемости)	Biomedical Research Center(BRC), Qatar University / Qatar Genome Project(QGP)	1854	0	0,0
Кения (стабилизация заболеваемости)	KEMRI-Wellcome Trust Research Programme/KEMRI-CGMR-C Kilifi	6380	0	0,0
Кипр (стабилизация заболеваемости)	Department of Molecular Virology, Cyprus Institute of Neurology and Genetics	6052	0	0,0
Китай (стабилизация заболеваемости)	National Institute for Viral Disease Control and Prevention	88587	6	100,0
Колумбия (стабилизация	Instituto Nacional de Salud- Dirección de	16292	0	0,0

заболеваемости)	Investigación en Salud Pública			
Коморские острова (стабилизация заболеваемости)	KEMRI–Wellcome Trust Research Programme/KEMRI–CGMR–C Kilifi	11	0	0,0
Косово (стабилизация заболеваемости)	Charité Universitätsmedizin Berlin, Institut für Virologie	1029	0	0,0
Коста-Рика (стабилизация заболеваемости)	Inciensa, Instituto Costarricense de Investigación y Enseñanza en Nutrición y Salud	11091	0	0,0
Кот Д'Ивуар (стабилизация заболеваемости)	Molecular diagnostic unit for viral haemorrhagic fevers and emerging viruses, Bouaké CHU Laboratory	389	0	0,0
Куба (стабилизация заболеваемости)	Respiratory Infections Laboratory	665	0	0,0
Кувейт (стабилизация заболеваемости)	Virology Unit, Department of Microbiology, Faculty of Medicine, Kuwait	1096	0	0,0
Кыргызстан (стабилизация заболеваемости)	SRC VB “Vector”, “Collection of microorganisms” Department	45	0	0,0
Кюрасао (стабилизация заболеваемости)	National Institute for Public Health and the Environment(RIVM)	1351	0	0,0
Лаос (стабилизация заболеваемости)	LOMWRU/Microbiology Laboratory, Mahosot Hospital	1224	0	0,0
Латвия (стабилизация заболеваемости)	Latvian Biomedical Research and Study Centre	14445	0	0,0
Лесото (стабилизация заболеваемости)	National Institute for Communicable Diseases of the National Health Laboratory Service	155	0	0,0
Либерия (стабилизация заболеваемости)	Center for Infection and Immunity, Columbia University	68	0	0,0
Ливан (стабилизация заболеваемости)	Laboratory of Molecular Biology and Cancer Immunology, Lebanese University Public Health England	1044	0	0,0
Ливия (стабилизация заболеваемости)	Reference Lab for Public Health, NCDC	31	0	0,0
Литва (стабилизация заболеваемости)	Vilnius University Hospital Santaros Klinikos, Center of Laboratory Medicine	13455	0	0,0
Лихтенштейн (стабилизация	Bergthaler laboratory, CeMM Research Center for	1383	0	0,0

заболеваемости)	Molecular Medicine of the Austrian Academy of Sciences			
Люксембург (стабилизация заболеваемости)	Laboratoire national de santé, Microbiology, Microbial Genomics Platform	39602	0	0,0
Маврикий (стабилизация заболеваемости)	CNR Virus des Infections Respiratoires – France SUD	8295	0	0,0
Мавритания (стабилизация заболеваемости)	INRSP-Mauritania	17	0	0,0
Майотта (стабилизация заболеваемости)	National Reference Center for Viruses of Respiratory Infections, Institut Pasteur, Paris	376	0	0,0
Малайзия (стабилизация заболеваемости)	Institute for Medical Research, Infectious Disease Research Centre, National Institutes of Health, Ministry of Health Malaysia	36587	0	0,0
Малави (стабилизация заболеваемости)	KRISP, KZN Research Innovation and Sequencing Platform	283	0	0,0
Мали (стабилизация заболеваемости)	Northwestern University – Center for Pathogen Genomics and Microbial Evolution	160	0	0,0
Мальдивы (стабилизация заболеваемости)	Indira Gandhi Memorial Hospital	333	0	0,0
Мальта (стабилизация заболеваемости)	Molecular Diagnostics Pathology Department Mater Dei Hospital Malta	163	0	0,0
Маршалловы острова (стабилизация заболеваемости)	State Laboratories Division, Hawaii State Department of Health	42	0	0,0
Марокко (стабилизация заболеваемости)	Laboratoire de Biotechnologie	1740	0	0,0
Мартиника (стабилизация заболеваемости)	CNR Virus des Infections Respiratoires – France SUD	1543	0	0,0
Мексика (стабилизация заболеваемости)	Instituto de Diagnóstico y Referencia Epidemiológicos (INDRE)	50754	0	0,0
Мозамбик (стабилизация заболеваемости)	KRISP, KZN Research Innovation and Sequencing Platform, South Africa	829	0	0,0
Молдавия (стабилизация заболеваемости)	ONCOGENE LLC	765	0	0,0

Монако (стабилизация заболеваемости)	National Reference Center for Viruses of Respiratory Infections, Institut Pasteur, Paris	19	0	0,0
Монголия (стабилизация заболеваемости)	National Centre for Communication Disease (NCCD) National Influenza Center	1069	0	0,0
Монтсеррат (стабилизация заболеваемости)	Carrington Lab, Department of Preclinical Sciences, Faculty of Medical Sciences, The University of the West Indies	12	0	0,0
Мьянма (стабилизация заболеваемости)	DSMRC	218	0	0,0
Намибия (стабилизация заболеваемости)	National Institute for Communicable Diseases of the National Health Laboratory Service	877	0	0,0
Непал (стабилизация заболеваемости)	Molecular and Genomics Research Lab, Dhulikhel Hospital, Kathmandu University Hospital School of Public Health, The University of Hong Kong	1400	0	0,0
Нигер (стабилизация заболеваемости)	National Reference Laboratory, Nigeria Centre for Disease Control	128	0	0,0
Нигерия (стабилизация заболеваемости)	African Centre of Excellence for Genomics of Infectious Diseases(ACEGID), Redeemer's University	3538	0	0,0
Нидерланды (стабилизация заболеваемости)	National Institute for Public Health and the Environment(RIVM)	92126	18	100,0
Ниуэ	Institute of Environmental Science and Research (ESR)	39	0	0,0
Новая Зеландия (стабилизация заболеваемости)	Institute of Environmental Science and Research(ESR)	44661	58	100,0
Новая Каледония (стабилизация заболеваемости)	Laboratoire de Microbiologie Centre Hospitalier Territorial de Nouvelle-Calédonie	149	5	100,0
Норвегия (стабилизация заболеваемости)	Norwegian Institute of Public Health, Department of Virology	36876	17	100,0
ОАЭ (стабилизация заболеваемости)	Wellcome Sanger Institute for the COVID-19 Genomics UK(COG-UK) Consortium	734	0	0,0
Оман (стабилизация заболеваемости)	Oman-National Influenza Center	1000	0	0,0
Острова Кука	Institute of Environmental Science and Research	189	0	0,0

	(ESR)			
Пакистан (стабилизация заболеваемости)	Department of Virology, Public Health Laboratories Division	3685	0	0,0
Палау (стабилизация заболеваемости)	Can Ruti SARS-CoV-2 Sequencing Hub (HUGTiP/IrsiCaixa/IGTP)	78	0	0,0
Палестина (стабилизация заболеваемости)	Biochemistry and Molecular Biology Department– Faculty of Medicine, Al-Quds University	117	0	0,0
Панама (стабилизация заболеваемости)	Gorgas memorial Institute For Health Studies	3362	0	0,0
Папуа Новая Гвинея (стабилизация заболеваемости)	Queensland Health Forensic and Scientific Services	924	0	0,0
Парагвай (стабилизация заболеваемости)	Laboratorio Central de Salud Publica de Paraguay	2528	0	0,0
Перу (стабилизация заболеваемости)	Laboratorio de Referencia Nacional de Biotecnología y Biología Molecular. Instituto Nacional de Salud Perú	41167	0	0,0
Польша (рост заболеваемости)	genXone SA, Research & Development Laboratory	48297	14	100,0
Португалия (стабилизация заболеваемости)	Instituto Nacional de Saude(INSA)	25791	0	0,0
Пуэрто Рико (стабилизация заболеваемости)	Centers for Disease Control and Prevention Division of Viral Diseases, Pathogen Discovery	23453	0	0,0
Республика Вануату (стабилизация заболеваемости)	Microbiological Diagnostic Unit - Public Health Laboratory (MDU-PHL)	100	0	0,0
Республика Джибути (стабилизация заболеваемости)	Naval Medical Research Center Biological Defense Research Directorate	633	0	0,0
Республика Кирибати (стабилизация заболеваемости)	Microbiological Diagnostic Unit - Public Health Laboratory (MDU-PHL)	136	0	0,0
Республика Конго (стабилизация заболеваемости)	Institute of Tropical Medicine	216	0	0,0
Республика Мадагаскар	Virology Unit, Institut Pasteur de Madagascar	138	0	0,0

(стабилизация заболеваемости)				
Республика Никарагуа (стабилизация заболеваемости)	MSHS Pathogen Surveillance Program, CNDR, Departamento de Virología	335	0	0,0
Республика Сальвадор (стабилизация заболеваемости)	Genomics and Proteomics Departament, Gorgas Memorial Institute For Health Studies	707	0	0,0
Республика Чад (стабилизация заболеваемости)	Pathogen Genomics Lab, National Institute for Biomedical Research (INRB),	28	0	0,0
Реюньон (стабилизация заболеваемости)	CNR Virus des Infections Respiratoires – France SUD	12133	0	0,0
Россия (стабилизация заболеваемости)	WHO National Influenza Centre Russian Federation. Center for Precision Genome Editing and Genetic Technologies for Biomedicine, Pirogov Medical University, Moscow, Russian Federation. Federal Budget Institution of Science, State Research Center for Applied Microbiology & Biotechnology. Group of Genetic Engineering and Biotechnology, Federal Budget Institution of Science ‘Central Research Institute of Epidemiology’ of The Federal Service on Customers’ Rights Protection and Human Well-being Surveillance. State Research Center of Virology and Biotechnology VECTOR, Department of Collection of Microorganisms.	59444	0	0,0
Руанда (стабилизация заболеваемости)	GIGA Medical Genomics	205	0	0,0
Румыния (стабилизация заболеваемости)	National Institute of Infectious Diseases–Prof. Dr. Matei Bals Molecular Diagnostics Laboratory	12547	1	100,0
Самоа		169	0	0,0
Саудовская Аравия (стабилизация заболеваемости)	Infectious Diseases, King Faisal Hospital Research Center	1674	0	0,0

Северная Македония (стабилизация заболеваемости)	Institute of Public Health of Republic of North Macedonia Laboratory of Virology and Molecular Diagnostics	434	0	0,0
Северные Марианские острова (стабилизация заболеваемости)	Centers for Disease Control and Prevention Division of Viral Diseases, Pathogen Discovery	2096	0	0,0
Сейшелы (стабилизация заболеваемости)	KEMRI– Wellcome Trust Research Programme, Kilifi	619	0	0,0
Сенегал (стабилизация заболеваемости)	IRESSEF GENOMICS LAB	1918	0	0,0
Сент–Винсент и Гренадины (стабилизация заболеваемости)	Carrington Lab, Department of PreClinical Sciences, Faculty of Medical Sciences, The University of the West Indies	107	0	0,0
Сент–Китс и Невис (стабилизация заболеваемости)	Carrington Lab, Department of Preclinical Sciences, Faculty of Medical Sciences, The University of the West Indies	22	0	0,0
Сент–Люсия (стабилизация заболеваемости)	Carrington Lab, Department of PreClinical Sciences	220	0	0,0
Сербия (стабилизация заболеваемости)	Institute of microbiology and Immunology, Faculty of Medicine, University of Belgrade	1693	0	0,0
Сингапур (стабилизация заболеваемости)	National Public Health Laboratory, National Centre for Infectious Diseases	42713	177	100,0
Сен-Мартин (стабилизация заболеваемости)	Institut Pasteur	304	0	0,0
Синт–Мартен (стабилизация заболеваемости)	National Institute for Public Health and the Environment(RIVM)	954	0	0,0
Сирия (стабилизация заболеваемости)	CASE-2021-0266829	91	0	0,0
Словакия (стабилизация заболеваемости)	Faculty of Natural Sciences, Comenius University	29132	0	0,0
Словения (стабилизация заболеваемости)	Institute of Microbiology and Immunology, Faculty of Medicine, University of Ljubljana	39517	23	100,0
Соломоновы острова (стабилизация)	Microbiological Diagnostic Unit - Public Health Laboratory (MDU-PHL)	247	0	0,0

заболеваемости)				
Сомали (стабилизация заболеваемости)	National Public Health Lab- Mogadishu	11	0	0,0
Судан (стабилизация заболеваемости)	National Institute for Communicable Diseases of the National Health Laboratory Service	208	0	0,0
Суринам (стабилизация заболеваемости)	National Institute for Public Health and the Environment(RIVM)	154	0	0,0
США (рост заболеваемости)	Colorado Department of Public Health & Environment. Maine Health and Environmental Testing Laboratory. California Department of Public Health. UCSD EXCITE.	2835644	1353	99,5
Сьерра-Леоне (стабилизация заболеваемости)	Central Public Health Reference Laboratory	2	0	0,0
Таиланд (стабилизация заболеваемости)	COVID-19 Network Investigations(CONI) Alliance	33121	5	100,0
Тайвань (стабилизация заболеваемости)	Microbial Genomics Core Lab, National Taiwan University Centers of Genomic and Precision Medicine	5960	0	0,0
Танзания (стабилизация заболеваемости)	Jiaxing Center for Disease Control and Prevention	292	0	0,0
Теркс и Кайкос (стабилизация заболеваемости)	Carrington Lab, Department of Preclinical Sciences, Faculty of Medical Sciences, The University of the West Indies, St Augustine Campus	17	0	0,0
Тимор-Лешти (стабилизация заболеваемости)	Microbiological Diagnostic Unit – Public Health Laboratory (MDU-PHL)	3	0	0,0
Того (стабилизация заболеваемости)	Unité Mixte Internationale TransVIHMI(UMI 233 IRD – U1175 INSERM – Université de Montpellier) IRD(Institut de recherche pour le développement)	539	0	0,0
Тонга		96	0	0,0
Тринидад и Тобаго (стабилизация заболеваемости)	Carrington Lab, Department of PreClinical Sciences, Faculty of Medical Sciences, The University of the West Indies	2822	0	0,0
Тунис (стабилизация заболеваемости)	Laboratoire de linique linique – Institut Pasteur de Tunis	1004	0	0,0

Турция (стабилизация заболеваемости)	Ministry of Health Turkey	23412	0	0,0
Уганда (стабилизация заболеваемости)	MRC/UVRI & LSHTM Uganda Research Unit	1052	0	0,0
Украина (стабилизация заболеваемости)	Department of Respiratory and other Viral Infections of L.V.Gromashevsky Institute of Epidemiology & Infectious Diseases NAMS of Ukraine, JSC “Farmak”	7252	0	0,0
Узбекистан (стабилизация заболеваемости)	Center for Advanced Technologies	158	0	0,0
Уругвай (стабилизация заболеваемости)	Departamento Laboratorios de Salud Pública (DLSP) Ministerio de Salud Pública	405	0	0,0
Федеративные штаты Микронезии (стабилизация заболеваемости)	Pohnpei State Hospital, State Laboratories Division, Hawaii State Department of Health	90	0	0,0
Филиппины (стабилизация заболеваемости)	Philippine Genome Center	16539	0	0,0
Финляндия (стабилизация заболеваемости)	Department of Virology, Faculty of Medicine, University of Helsinki	27278	0	0,0
Франция (стабилизация заболеваемости)	CNR Virus des Infections Respiratoires – France SUD	421039	15	100,0
Французская Гвиана (стабилизация заболеваемости)	National Reference Center for Viruses of Respiratory Infections, Institut Pasteur, Paris	2188	9	100,0
Французская Полинезия (стабилизация заболеваемости)	National Reference Center for Viruses of Respiratory Infections, Institut Pasteur, Paris	13	0	0,0
Хорватия (стабилизация заболеваемости)	Croatian Institute of Public Health	26379	6	100,0
ЦАР (стабилизация заболеваемости)	Pathogen Sequencing Lab, National Institute for Biomedical Research(INRB)	125	0	0,0
Черногория (стабилизация заболеваемости)	Charité Universitätsmedizin Berlin, Institut für Virologie	667	0	0,0
Чехия (стабилизация заболеваемости)	The National Institute of Public Health	34902	0	0,0

Чили (стабилизация заболеваемости)	Instituto de Salud Publica de Chile	30476	0	0,0
Швейцария (стабилизация заболеваемости)	Department of Biosystems Science and Engineering, ETH Zürich.	59162	3	100,0
Швеция (стабилизация заболеваемости)	The Public Health Agency of Sweden	138945	46	100,0
Шри-Ланка (стабилизация заболеваемости)	Centre for Dengue Research and AICBU, Department of Immunology and Molecular Medicine	1192	0	0,0
Эквадор (стабилизация заболеваемости)	Instituto Nacional de Investigación en Salud Pública, INSPI	7521	0	0,0
Экваториальная Гвинея (стабилизация заболеваемости)	Swiss Tropical and Public Health Institute	1	0	0,0
Эсватини (стабилизация заболеваемости)	Nhlangano Health Centre(National Institute for Communicable Diseases of the National Health Laboratory Service)	766	0	0,0
Эстония (стабилизация заболеваемости)	Laboratory of Communicable Diseases(Estonia); Eurofins Genomics Europe Sequencing GmbH	7694	0	0,0
Эфиопия (стабилизация заболеваемости)	International Centre for Genetic Engineering and Biotechnology(ICGEB) and ARGO Open Lab for Genome Sequencing	561	0	0,0
ЮАР (стабилизация заболеваемости)	KRISP, KZN Research Innovation and Sequencing Platform.	28955	0	0,0
Южная Корея (стабилизация заболеваемости)	Division of Emerging Infectious Diseases, Bureau of Infectious Diseases Diagnosis Control, Korea Disease Control and Prevention Agency	169932	3	100,0
Южный Судан (стабилизация заболеваемости)	MRC/UVRI & LSHTM Uganda Research Unit, South Sudan Ministry of Health, WHO South Sudan	39	0	0,0
Ямайка (стабилизация заболеваемости)	Carrington Lab, Department of PreClinical Sciences, Faculty of Medical Sciences, The University of the West Indies	3426	0	0,0
Япония (стабилизация заболеваемости)	Pathogen Genomics Center, National Institute of Infectious Diseases	498826	299	100,0

Публикации

1. Langmuir. 2025 Jan 30. doi: 10.1021/acs.langmuir.4c04725. Online ahead of print.

Rapid and Sensitive Detection of Mutations in SARS-CoV-2 by Surface-Enhanced Raman Spectroscopy

Быстрое и чувствительное обнаружение мутаций в SARS-CoV-2 с помощью рамановской спектроскопии с поверхностным усилением

[Liping Chen](#)¹, [Xuanjiang Zeng](#)¹, [Fan Yang](#)¹ и др.

Целью данного исследования является разработка быстрого и чувствительного метода, дополняющего существующие диагностические инструменты в отношении SARS-CoV-2, путем использования рамановской спектроскопии с поверхностным усилением (SERS) для прямого обнаружения внутреннего сигнала SERS от S-белков SARS-CoV-2 и его вариантов (Omicron и Delta) в течение 5 минут с использованием портативного рамановского спектрометра. Линейный диапазон обнаружения S-белка вариантов Wild-type, Omicron и Delta варьировался от $1,0 \times 10^{-7}$ до $1,0 \times 10^{-3}$ г·мл⁻¹, пределы обнаружения (LOD) снизились до уровня $\sim 10^{-8}$ г·мл⁻¹. Предлагаемый метод использует портативный рамановский спектрометр для прямого обнаружения, который характеризуется своей простотой, быстротой, портативностью и широкой применимостью. Он позволяет одновременно обнаруживать различные мутировавшие мишени, тем самым играя ключевую роль в ранней диагностике вирусных заболеваний. Более того, он имеет многообещающие перспективы в области химии, биологии и медицины

2. Microbiol Spectr. 2025 Jan 7;13(1):e0119324. doi: 10.1128/spectrum.01193-24. Epub 2024 Nov 29.

Rapid spread of the SARS-CoV-2 Omicron XDR lineage derived from recombination between XBB and BA.2.86 subvariants circulating in Brazil in late 2023

Быстрое распространение штамма SARS-CoV-2 Omicron XDR, возникшего в результате рекомбинации между субвариантами XBB и BA.2.86, циркулирующими в Бразилии в конце 2023 года

Ighor Arantes 1, Kimihito Ito 2, Marcelo Gomes 3, Felipe Cotrim de Carvalho 4, Walquiria Aparecida Ferreira de Almeida 4, Ricardo Khouri 5, Fabio Miyajima 6, Gabriel Luz Wallau 7 8, Felipe Gomes Naveca 1 9, Elisa Cavalcante Pereira 10; COVID-19 Fiocruz Genomic Surveillance Network; Marilda Mendonça Siqueira 10, Paola Cristina Resende 10, Gonzalo Bello1

Рекомбинация играет решающую роль в эволюции SARS-CoV-2. Рекомбинантные линии Omicron XBB* заслуживают особого внимания, поскольку они были доминирующим вариантом SARS-CoV-2 во всем мире в первой половине

2023 года. С ноября 2023 года в Бразилии в основном был обнаружен новый рекомбинантный вариант между субвариантами Omicron XBB и BA.2.86, получивший название XDR. В этом исследовании мы восстановили пространственно-временную динамику и оценили абсолютную и относительную заразность линии XDR. В линии XDR была обнаружена точка разрыва рекомбинации в кодирующей области ORF1a, а наиболее близкие последовательности к 5'- и 3'-концам рекомбинанта соответствуют линиям JD.1.1 и JN.1.1 соответственно. Первые последовательности XDR были обнаружены в ноябре 2023 года в северо-восточном регионе Бразилии, и к февралю 2024 года их распространённость быстро выросла с менее чем 1% до 25%. Байесовский филогеографический анализ подтверждает, что линия XDR, вероятно, возникла в северо-восточном регионе Бразилии примерно в конце октября 2023 года и с середины ноября быстро распространилась как внутри Бразилии, так и за её пределами. Медианное эффективное репродуктивное число линии XDR в Бразилии на начальном этапе распространения составило около 1,5, а среднее относительное мгновенное репродуктивное число линий XDR и JN* было на 1,37 и 1,29 выше, чем у циркулирующих одновременно линий XBB*. Таким образом, эти результаты подтверждают, что рекомбинантная линия XDR возникла в северо-восточном регионе Бразилии в октябре 2023 года, вскоре после первого обнаружения последовательностей JN.1 в стране. В Бразилии линия XDR продемонстрировала более высокий уровень заразности, чем исходные линии XBB*, и распространяется со скоростью, аналогичной или немного превышающей скорость распространения линий JN.1*. **ВАЖНОСТЬ** Это исследование подчёркивает появление и быстрое распространение рекомбинантной линии XDR SARS-CoV-2, произошедшей от линий Omicron JD.1.1 и JN.1.1. Линия XDR продемонстрировала такую же заразность, как и исходные линии JN.1*, и быстро распространилась по Бразилии в конце 2023 года. Полученные результаты подчёркивают важнейшую роль геномного мониторинга в реальном времени в выявлении новых вариантов с более высоким потенциалом передачи. Используя филогенетические и эпидемиологические методы, это исследование дает важную информацию о молекулярной динамике ШЛУ, которая может послужить основой для принятия ответных мер общественного здравоохранения и обновления состава вакцин. Важность исследования заключается в его способности документировать влияние рекомбинации на эволюцию вирусов, предоставляя ценную информацию для области вирусологии и обеспечения готовности к пандемии.

3. Nat Commun. 2025 Jan 7;16(1):441. doi: 10.1038/s41467-024-55593-0.

Inferring effects of mutations on SARS-CoV-2 transmission from genomic surveillance data

Выявление влияния мутаций на передачу SARS-CoV-2 на основе данных геномного мониторинга

Brian Lee 1, Ahmed Abdul Quadeer 2 3, Muhammad Saqib Sohail 2 4, Elizabeth Finney 1, Syed Faraz Ahmed 2 3 5, Matthew R McKay 6 7 8 9, John P Barton 10 11 12

В ходе пандемии неоднократно возникали новые и более заразные варианты SARS-CoV-2. Быстрое выявление мутаций, влияющих на передачу вируса, может улучшить наше понимание биологии вируса и выявить новые варианты, требующие дальнейшего изучения. В этой статье мы разрабатываем универсальную аналитическую эпидемиологическую модель для определения влияния мутаций на передачу вируса на основе данных геномного мониторинга. Применяя нашу модель к данным о SARS-CoV-2 из многих регионов, мы обнаруживаем множество мутаций, которые существенно влияют на скорость передачи вируса как внутри, так и за пределами белка-шипа. Мутации, которые, как мы предполагаем, оказывают наибольшее влияние на передачу, убедительно подтверждаются экспериментальными данными предыдущих исследований. Важно отметить, что наша модель обнаруживает линии с повышенной передачей даже на низких частотах. В качестве примера, мы делаем вывод о значительных преимуществах передачи для вариантов Альфа, Дельта и Омикрон вскоре после их появления в региональных данных, когда они составляли всего около 1-2% выборочных последовательностей. Таким образом, наша модель облегчает быструю идентификацию вариантов и мутаций, влияющих на передачу инфекции, на основе данных геномного надзора.

4. doi:<https://doi.org/10.1101/2025.01.07.631013>

The mutation rate of SARS-CoV-2 is highly variable between sites and is influenced by sequence context, genomic region, and RNA structure

Частота мутаций SARS-CoV-2 сильно варьируется в зависимости от места и зависит от контекста последовательности, участка генома и структуры РНК

View ORCID ProfileHugh K. Haddox, View ORCID ProfileGeorg Angehrn, View ORCID ProfileLuca Sesta, View ORCID ProfileChris Jennings-Shaffer, View ORCID ProfileSeth D. Temple, View ORCID ProfileJared G. Galloway, View ORCID ProfileWilliam S. DeWitt, View ORCID ProfileJesse D. Bloom, View ORCID ProfileFrederick A. Matsen IV, View ORCID ProfileRichard A. Neher

РНК-содержащие вирусы, такие как SARS-CoV-2, имеют высокую частоту мутаций, что способствует их быстрой эволюции. Частота мутаций зависит от типа мутации (например, A→C, A→G и т. д.) и может различаться в разных участках вирусного генома. Понимание этих различий может пролить свет на происходящие мутационные процессы и имеет решающее значение для количественного моделирования эволюции вирусов. Используя миллионы доступных последовательностей полного генома SARS-CoV-2, мы оцениваем частоту синонимичных мутаций для всех 12 возможных типов нуклеотидных мутаций и

изучаем, насколько эти частоты различаются в разных участках. Мы обнаружили удивительно высокий уровень изменчивости и несколько поразительных закономерностей: частота четырёх типов мутаций внезапно возрастает на одной из двух границ генов; частота большинства типов мутаций сильно зависит от локального контекста последовательности, разница между контекстами может достигать 56 раз; в соответствии с предыдущим исследованием, частота некоторых типов мутаций ниже в участках, участвующих во вторичной структуре РНК. Простая логарифмически-линейная модель этих характеристик объясняет ~15-60% кратных различий в частоте мутаций между участками в зависимости от типа мутации; более сложные модели лишь незначительно улучшают прогностическую способность вне выборки. Мы оцениваем влияние каждой мутации на приспособленность на основе количества случаев, когда она действительно возникает, по сравнению с количеством случаев, когда она должна возникнуть согласно модели. Мы выявили несколько небольших участков генома, в которых синонимичные или некодирующие мутации возникают гораздо реже, чем ожидалось, что указывает на сильный очищающий отбор в последовательности РНК, который не зависит от последовательности белка. В целом, эта работа расширяет наше базовое понимание эволюции SARS-CoV-2, характеризуя процесс мутации вируса на уровне отдельных участков и выявляя несколько поразительных мутационных закономерностей, возникающих в результате неизвестных механизмов.