

УДК 616.981.452 (574)

**Шабунин А.Г.**,  
*ст. науч. сотр., канд. тех. наук<sup>1</sup>,*  
*Центрально-Азиатский Институт прикладных Исследований Земли (ЦАИИЗ),*  
*Кыргызстан*  
**Сариева С.Е.**,  
*доцент кандидат биологических наук<sup>2</sup>*  
**Базарканова Г.Дж.**,  
*зоолог-паразитолог<sup>3</sup>*  
**Маймулов Р.К.**,  
*начальник КПЧО<sup>3</sup>*  
**Абдикаримов С.Т.**,  
*профессор, доктор медицинских наук<sup>4</sup>*  
**Абдел З.Ж.**,  
*заведующий лаборатории микробиологии и эпидемиологии чумы<sup>5</sup>*  
**Сагиев З.А.**,  
*ведущий научный сотрудник лаборатории изучения холеры кандидат медицинских наук*  
*КНЦКЗИ*  
**Айтбаева Ж.Т.**,  
*преподаватель<sup>2</sup>*

<sup>2</sup> ИГУ им. К. Тыныстанова

<sup>3</sup> Каракольское противочумное отделение (КПЧО4 Республиканский центр карантинных и особо опасных инфекций (РЦКиООИ), Бишкек, Кыргызстан

<sup>5</sup> Казахский научный центр карантинных и зоонозных инфекций им. М. Айкимбаева (КНЦКЗИ), Алматы, Казахстан

## **ПРОГНОЗИРОВАНИЕ СТЕПЕНИ УЯЗВИМОСТИ ТЕРРИТОРИИ САРЫ-ДЖАЗСКОГО АВТОНОМНОГО ОЧАГА ЧУМЫ В КЫРГЫЗСТАНЕ**

**Аннотация.** В данной работе освещается прогноз потенциальной уязвимости на территории Сары-Джазского автономного очага чумы, входящего в состав Тянь-Шаньского горного природного очага с помощью ГИС-технологий. В настоящее время в мировой литературе появляется много работ по оценке уязвимости от тех или иных угроз, но нет определения индексов опасности, риска и уязвимости для очагов чумы. В связи с этим, большое внимание уделено выбору и адаптации методике определения данных индексов для эпизодического и эпидемиологического контроля. В работе подробно рассмотрены результаты оценки и приведены итоговые карты для исследуемой территории.

**Ключевые слова:** эпидемиологическая опасность, эпидемиологический риск, эпидемиологическая уязвимость, индекс

## **КЫРГЫЗСТАНДАГЫ САРЫ-ЖАЗ КАРА ТУМОО АВТОНОМДУУ АЯНТЫНДАГЫ КОРКУНУЧТУУ ТОБОКЕЛДИКТЕРДИ БОЛЖОЛДОО**

**Аннотация.** Бул көрсөтүлгөн эмгекте ГМС (географиялык маалымат системасы)-технологиясынын жардамы менен Тянь-Шандын тоолуу жаратылыш аймагына кирүүчү Са-

ры-Жаз автономдуу кара тумоонун аянтындагы потенциалдуу коркунучунун алдын ала көрсөткүчү чагылдырылган. Азыркы учурда дүйнөлүк адабияттарда ар кандай экологиялык коркунучтарды баалоо үчүн көп иш пайда болду, бирок кара тумоо аянттарды үчүн коркунуч жана тобокелдик индекстерин аныктоо жок. Буга байланыштуу эпизоотикалык жана эпидемиологиялык көзөмөл үчүн индекстердин маалыматтарын аныктоонун ыкмаларын тандоого жана ыңгайлаштырууга (адаптациялоого) көп көңүл бурулган. Кыргызстанда биринчи жолу кара тумоонун коркунуч аймактык баалоо жүргүзүлгөн жана мындай татаал көп факторлуу көрсөткүчтөрдүн болжолу 2050-жылга чейин көрсөтүлгөн. Баалоонун жана болжолдоонун жыйынтыктары изилдөө аймагындагы карталарда келтирилген.

**Негизги сөздөр:** эпидемиологиялык коркунуч, эпидемиологиялык тобокелдүүлүк, эпидемиологиялык сезгичтик.

### FORECASTING OF VULNERABILITY OF THE SARY-JAZ AUTONOMOUS FOCUS OF TIAN-SHAN MOUNTAINS NATURE PLAGUE AREA

**Abstract.** This work is devoted to the forecasting of the vulnerability of the Sary-Jaz autonomous focus of plague by using of GIS technologies. This focus of the plague covers a very large and difficult to access territory. The annual survey and disarming of this territory is very expensive. Therefore, it is necessary to select sectors that need more attention. That why, it is necessary to assess the vulnerability of the population in various sectors. Now in the world literature there is a lot of work on the assessment of vulnerability from these or those dangers, but there is no definition of hazard, risk and vulnerability indices for the focus of plague. The paper presents the results of the determination of these indices and calculates indices for each sector of the natural focus of the plague. As a result of the work, the final map of the Index of the epidemiological vulnerability of the Sary-Jaz autonomous focus of the plague was obtained. Detail the results of the assessment, and the final map for the study area is given. The authors hope that the calculations and results obtained in the course of this work will find their application both for theoretical assessments of the vulnerability of various territories from plague and for practical actions to reduce vulnerability.

**Key words:** epidemiological danger, epidemiological risk, epidemiological vulnerability, index

Сары-Джазский автономный очаг чумы находится на территории Кыргызской Республики и Республики Казахстан. Начиная с 1944 года, в этом очаге выявлено значительное количество эпизоотий чумы среди ее основного носителя – серого сурка (*Marmota baibacina*) с широким территориальным распределением и большим количеством выделенных высоковирулентных культур чумного патогена. В 1978–1979 гг. для уничтожения основных переносчиков возбудителя – эктопаразитов (блох, вшей, клещей) была проведена массовая дезинсекция нор животных методом глубинных выстрелов дустом ДДТ. Это позволило значительно снизить эпидемиологическую

опасность очага. Однако после распада Советского Союза и до 2014 г. территория Сары-Джаза в Кыргызстане не подвергалась дезинсекции.

Сары-Джазский автономный очаг чумы охватывает большую площадь и мониторинг всей территории очага предполагает большие затраты финансов и труда. В связи с этим, очень важным является вопрос оценки данного очага по степени уязвимости его отдельных районов. Очевидно, что большее внимание следует уделять районам с большей уязвимостью (районы, где выявлены культуры, постоянно проживает население, распространены туризм и много территории используется

для выпаса домашних животных), нежели районам, где уязвимость мала или отсутствует (территории, где сурки не обитают, нет поселений человека, сельско-хозяйственных угодий и слабо развит туризм. Ранее нами была проведена оценка степени уязвимости населения на исследуемой территории на настоящий момент времени (Шабунин и др., 2017). Индекс уязвимости при этом оценивался по следующим параметрам: дата выделения чумного микроба, количество постоянно проживающего населения, использование территории под туризм и пастбища в каждом из секторов. Эти параметры являются не постоянными, и их изменения будут влиять на величину индекса уязвимости и, следовательно, на уязвимость территории мезоочага в целом.

**Цель работы:** Сделать прогноз изменения уязвимости Сары-Джазского очага чумы на 2050 год при изменении влияющих на него параметров.

#### **Методы**

Методика расчёта потенциальной уязвимости территории подробно описана в предыдущей работе (Шабунин и др., 2017).

#### **Результаты**

Разбивка секторов по уровням уязвимости показала, что данный уровень изменяется от 0 до 80 %. При этом можно провести условное разбиение территории на 4 группы секторов: с относительно высокой уязвимостью (50–100 %), со средней уязвимостью (30–49 %), с низкой уязвимостью (10–29 %) и с незначительной уязвимостью (0–9 %). На рисунке 1 представлена карта групп получившихся секторов. Как видно из карты: в группу с высокой уязвимостью входят 4 сектора, в группу со средней уязвимостью – 8 секторов, с низкой уязвимостью – 61 сектор, с незначительной уязвимостью – 30 секторов.

**Задача 1:** Оценить изменение степени уязвимости Сары-Джазского очага чумы на 2050 г., при сохранении тенденции изменения населения на данной территории.

На территории Сары-Джазского очага чумы расположено 14 населенных пунктов (2 из которых находятся на границе сек-

торов и учитываются в обоих граничащих секторах, 2 и 2 находятся в одних секторах и их население суммируется). По данным Национального Статистического Комитета Кыргызской Республики в последние десятилетия наблюдается рост численности постоянного сельского населения на исследуемой территории на 0,7 % в год. В этом случае за 34 года (в период с 2016 по 2050 года) численность постоянного сельского населения на данной территории увеличится на 23,8 % к 2050 году. В таблице 1 приведена фактическая численность населения в населенных пунктах исследуемой территории, и ее прогнозируемые значения.

Как видно из таблицы, при сохраняющейся тенденции роста населения на данной территории, этот параметр не повлияет на степень риска, а соответственно и на степень уязвимости.

**Задача 2:** Оценить изменение степени уязвимости Сары-Джазского очага чумы на 2050 г., при сохранении тенденции изменения площадей пастбищ на данной территории.

Площадь земель, используемых под пастбища, на территории Сары-Джазского очага чумы в настоящее время составляет 2 890 км<sup>2</sup>. По данным Национального Статистического Комитета Кыргызской Республики в последние десятилетия наблюдается незначительное снижение площадей пастбищ на исследуемой территории на 0,02 % в год вследствие их деградации. В этом случае за 34 года (в период с 2016 по 2050 года) площадь земель используемых под пастбища на данной территории уменьшится на 0,68 % к 2050 году и составит 2870 км<sup>2</sup>. Из расчетов следует, что в ближайшие десятилетия не ожидается значительного сокращения или увеличения пастбищных земель, их площадь и распределение по территории будут незначительно меняться от года к году в зависимости от степени деградации. Следовательно, при сохраняющейся тенденции незначительного сокращения пастбищных земель на данной территории этот параметр не повлияет на степень риска, а соответственно и на степень уязвимости.

**Табл. 1. Численность и индекс постоянного сельского населения в населенных пунктах, расположенных на территории Сары-Джазского очага чумы**

Населенный пункт	Численность населения в 2016 г. (чел.)	Индекс населения в 2016 г. (%)	Прогнозируемая численность населения в 2050 г. (чел.)	Индекс населения в 2050 г. (%)
Койлю	15	10	19	10
Кок-Кия	23	10	28	10
Кенсу	26	10	32	10
Эчкилиташ	58	10	72	10
Мынжилкы	76	10	94	10
Еныльчек	394	20	488	20
Джергалан	1014	30	1255	30
Ынтымак + Каратоган	3114	40	3855	40
Кайнар	3241	40	4012	40
Кокпак	3793	40	4696	40
Сары-Джаз	4011	40	4965	40
Текес + Жана-Текес	4406	40	5455	40

Задача 3: Оценить изменение степени уязвимости Сары-Джазского очага чумы на 2050 г., при сохранении тенденции изменения площадей туристических зон на данной территории.

В настоящее время туристическая деятельность на исследуемой территории широко развита, здесь располагается много туристических зон и маршрутов. По данным Национального Статистического Комитета Кыргызской Республики в последние десятилетия наблюдается значительный рост

числа туристов, открытие новых туристических зон и маршрутов на исследуемой территории. В таблице 2 приведена фактическая площадь земель, используемых под туризм (в % от площади сектора) на исследуемой территории, ее прогнозируемые значения, а также дано краткое описание перспективных для туризма объектов (представлены только сектора, где площадь поменялась относительно фактической). В таблице 3 представлены соответствующие индексы туризма, риска и уязвимости.

**Табл. 2. Фактическая и прогнозируемая площадь земель, используемых под туризм на территории Сары-Джазского очага чумы по секторам**

Номер сектора	Фактическая площадь туристических зон в 2016 г. (%)	Прогнозируемая площадь туристических зон в 2016 г. (%)	Описание перспективного для туризма объекта
3124404013	51	70	с. Сарыджаз
3124404023	0	20	с. Кайнар
3124403941	0	10	с. Мынжилкы
3124404032	39	100	русло р. Текес
3124404042	0	20	с. Кокпак
3124404131	0	20	с. Текес
3124404043	90	100	русло р. Орто-Кокпак

3124404044	55	80	русла рек Улькен-Кокпак и Баянгал
3124404133	48	90	с. Каратоган, с. Ынтымак и русло р. Баянгал
3124405111	0	50	с. Джергалан и русло р. Тюя
3124405112	6	20	ур. Чаркудук
3124405121	22	50	русло р. Каркара
3124405113	0	30	русла рек Жергалан и Тюя
3124405114	0	25	ур. Кескенкия и русло р. Тюп
3124405123	0	20	русло р. Чон-Джаналач
3124405124	0	30	русло р. Кокджар
3124405213	0	25	русла рек Кокджар и Тюз
3124405314	38	60	верховье р. Нарынкол
3124405042	0	30	русло р. Тургенаксу
3124405131	0	35	верховья рек Жергалан и Чаркратма
3124405132	0	10	русло р. Тюп
3124405044	0	20	русло р. Тургенаксу
3124405133	0	20	русло р. Чонашу
3124405144	49	60	русло р. Тюз
3124405234	48	80	русла рек Адыртор и Тургензынсай
3124405243	31	40	русло р. Сарыджаз
3124406412	77	90	русло р. Адыртор
3124406223	0	15	русло р. Сарычат
3124406224	0	30	русло р. Куйлю и ур. Майсаз
3124406313	43	70	русло р. Куйлю и ур. Майсаз
3124406232	0	10	русло р. Куйлю (вост.)
3124406331	52	60	русла рек Мал. Талдысу и Бол. Талдысу
3124406333	58	70	русло р. Иныльчек
3124406334	64	80	русло р. Иныльчек
3124407512	31	40	русло р. Каинды

Как видно из таблицы, при сохраняющейся тенденции развития туризма на данной территории, относительная степень уязвимости в 4-х секторах поменяется от

незначительной к низкой и в 2-х секторах от низкой к средней. Следовательно, этот параметр повлияет на степень уязвимости, но не сильно.

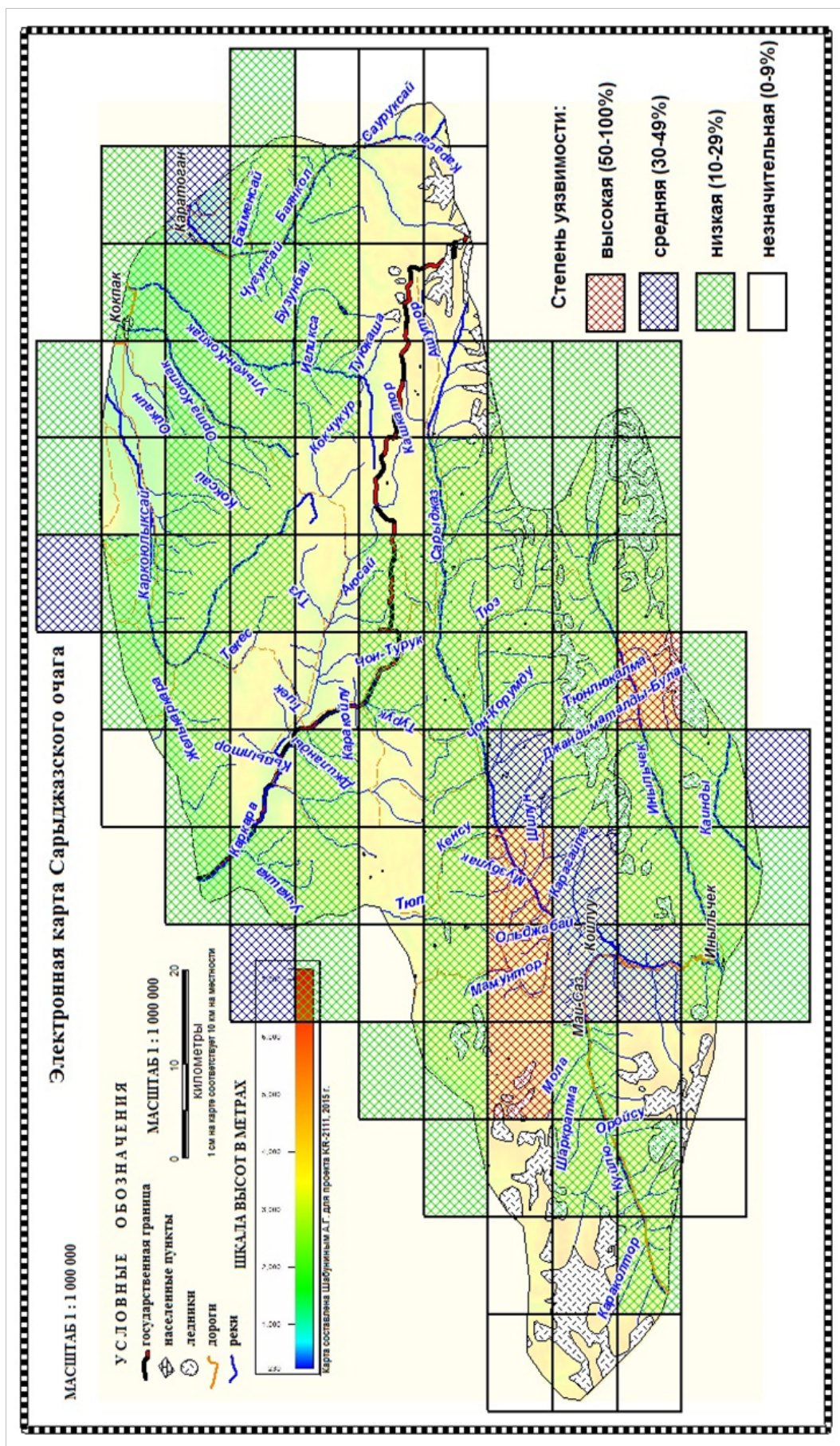


Рис. 1. Степень уязвимости населения на территории Сарыджазского мезоочага чумы в 2017 году.

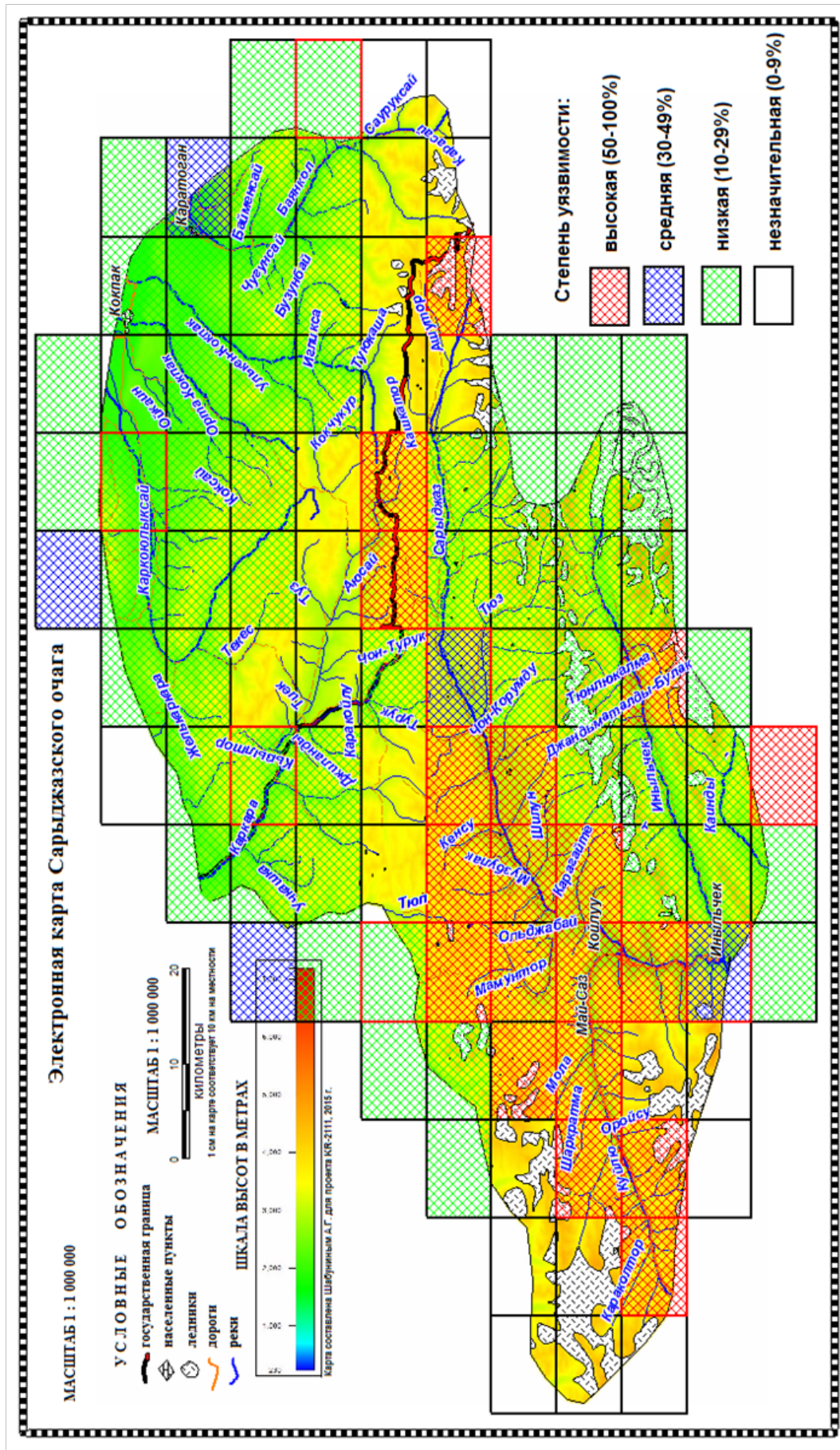


Рис. 1. Степень уязвимости населения на территории Сарыджазского мезоочага чумы в 2050 году.

Табл. 3. Индексы туризма, риска, уязвимости, а также относительная степень уязвимости

Номер сектора	Фактические на 2016 г.				Прогнозируемые на 2050 г.			
	Индекс туризма (%)	Индекс риска (%)	Индекс уязвимости (%)	Относительная степень уязвимости	Индекс туризма (%)	Индекс риска (%)	Индекс уязвимости (%)	Относительная степень уязвимости
3124404013	15	60	30	средняя	22	66	33	средняя
3124404023	0	42	21	низкая	6	48	24	низкая
3124403941	0	10	5	незначит.	3	13	7	незначит.
3124404032	12	19	9	незначит.	30	37	18	<b>низкая</b>
3124404042	0	41	21	низкая	6	47	24	низкая
3124404131	0	40	20	низкая	6	46	23	низкая
3124404043	27	44	22	низкая	30	47	23	низкая
3124404044	17	27	14	низкая	25	36	18	низкая
3124404133	14	70	35	средняя	28	83	42	средняя
3124405111	0	60	30	средняя	16	76	38	средняя
3124405112	2	30	15	низкая	6	35	17	низкая
3124405121	7	16	8	незначит.	16	26	13	<b>низкая</b>
3124405113	0	28	14	низкая	9	37	19	низкая
3124405114	0	24	12	низкая	8	32	16	низкая
3124405123	0	25	13	низкая	6	31	16	низкая
3124405124	0	4	2	незначит.	9	13	6	незначит.
3124405213	0	0	0	незначит.	8	8	4	незначит.
3124405314	11	19	9	незначит.	19	27	13	<b>низкая</b>
3124405042	0	33	17	низкая	9	42	21	низкая
3124405131	0	13	7	незначит.	11	24	12	<b>низкая</b>
3124405132	0	13	7	незначит.	3	16	8	незначит.
3124405044	0	22	11	низкая	6	28	14	низкая
3124405133	0	4	15	низкая	6	10	18	низкая
3124405144	15	55	27	низкая	19	59	30	<b>средняя</b>
3124405234	14	33	17	низкая	25	44	22	низкая
3124405243	9	9	5	незначит.	13	13	7	незначит.
3124406412	23	29	14	низкая	28	34	17	низкая
3124406223	0	8	18	низкая	5	13	20	низкая
3124406224	0	18	23	низкая	9	27	28	низкая
3124406313	13	45	36	средняя	22	54	41	средняя
3124406232	0	7	17	низкая	3	10	19	низкая
3124406331	16	38	33	средняя	19	42	35	средняя
3124406333	17	58	29	низкая	22	63	32	<b>средняя</b>
3124406334	19	40	20	низкая	25	45	23	низкая
3124407512	9	26	13	низкая	13	29	15	низкая



**Задача 4:** Оценить изменение степени уязвимости Сары-Джазского очага чумы на 2050 г., при сохранении тенденции **выделений чумного патогена** на данной территории.

По датам выделения чумного микроба на рассматриваемой территории, все сектора можно разбить на 3 группы: 1. сектора, в которых никогда не было выделений, 2. сектора, выделения в которых были в 20-м веке, до массовой обработки района и 3. сектора, выделения в которых были произведены в 2012-2016 гг. в рамках проектов МНТЦ №КР-1784 и КР-2111.

1. Сектора, в которых никогда не было выделений чумного микроба. Так как в этих секторах чумный микроб никогда не выделялся, соответственно в этих секторах существует большая вероятность неблагоприятных условий для развития или переноса чумного микроба, следова-

тельно, вероятность его выделения очень мала. В связи с этим мы предполагаем, что в данных секторах, возбудитель чумы не будет выделен и в ближайшем будущем (до 2050 г.).

2. Сектора, в которых культуры чумы выделяли в 20-м веке, до массовой дезинсекции района. В данной группе секторов ситуация не такая простая. Данные полученные в рамках проекта, а так же литературные источники указывают на то, что новые вспышки эпизоотий в этой группе секторов вполне ожидаемы, и если в ближайшее время не будет произведено массовой дезинсекции данной территории, то вероятность обнаружения чумного патогена здесь очень велика.

3. Сектора, в которых культуры *Y. pestis* были выделены в 2012-2016 гг. В данной группе секторов прогноз звучит следующим образом: если в ближайшем будущем

Табл. 4. Индексы опасности, уязвимости, а также относительная степень уязвимости

Номер сектора	Фактические на 2016 г.			Прогнозируемые на 2050 г.		
	Индекс опасности (%)	Индекс уязвимости (%)	Относительная степень уязвимости	Индекс опасности (%)	Индекс уязвимости (%)	Относительная степень уязвимости
3124405133	27	15	низкая	100	52	высокая
3124405134	49	29	низкая	100	55	высокая
3124405143	13	25	низкая	100	68	высокая
3124405231	27	15	низкая	100	52	высокая
3124405232	13	6	незначит.	100	50	высокая
3124405244	13	6	незначит.	100	50	высокая
3124406222	99	51	высокая	100	51	высокая
3124406223	27	18	низкая	100	54	высокая
3124406224	29	23	низкая	100	59	высокая
3124406232	27	17	низкая	100	53	высокая
3124406241	29	18	низкая	100	54	высокая
3124406311	96	57	высокая	100	59	высокая
3124406312	99	80	высокая	100	81	высокая
3124406313	27	36	средняя	100	73	высокая
3124406314	48	41	средняя	100	67	высокая
3124406321	27	36	средняя	100	72	высокая
3124406331	29	33	средняя	100	69	высокая
3124406342	94	69	высокая	100	72	высокая
3124407521	56	40	средняя	100	62	высокая

не будет произведено дезинфицирующих мероприятий, то вероятность новых эпизодов очень высока.

Основываясь на данных предположения для прогноза выделения чумного патогена в отдельных секторах Сары-Джазского очага чумы на 2050 г., был произведен расчет предполагаемых индексов опасности и уязвимости. Эти данные представлены в таблице 4. В таблице представлены только те сектора, индексы в которых поменялись.

Как видно из таблицы, при сохраняющейся тенденции изоляции чумного патогена (в случае отсутствия профилактических мероприятий по дезинсекции территории), существует большая вероятность увеличения относительной степени уязвимости большей части Сары-Джазского природного очага.

В результате проведенных работ была получена прогнозная карта степени уязвимости населения на территории Сары-Джазского мезоочага чумы в 2050 году (рис. 2).

### **Вывод**

Из вышеперечисленного можно сделать вывод, что уязвимость населения на территории Сары-Джазского автономного мезоочага чумы к 2050-му году практически не изменится при сохранении тен-

денций изменения динамики населения, площадей пастбищных и туристических земель. Тем не менее, если на данной территории не проводить постоянный мониторинг и профилактические работы по дезинсекции, то степень уязвимости населения здесь резко увеличится, и будет носить масштабный характер (см. рис. 1 и 2).

### **Литература**

1. Комитет по статистике Министерства национальной экономики Республики Казахстан. «Алматинская область. Итоги Национальной переписи населения Республики Казахстан 2009 года. Том 1». Астана 2011 г., 128 с.

2. Национальный статистический комитет Кыргызской Республики. «Перепись населения и жилищного фонда Кыргызской Республики 2009 г. Книга III (в таблицах), Регионы Кыргызстана». Бишкек 2010 г., 244 с.

**Благодарность:** Исследования, приведенные в данной статье, были выполнены при поддержке Международного Научно-Технического Центра (МНТЦ), в рамках проекта №КР-2111 (2014–2018). Авторы выражают свою искреннюю признательность МНТЦ и международным коллегам проекта за плодотворную совместную научную работу.