

© Дубянский В.М., Цапко Н.В., Шапошникова Л.И., Дегтярев Д.Ю., Давыдова Н.А., Остапович В.В., Григорьев М.П., Куличенко А.Н., 2018

УДК [616.98:579.842.23: 614.44]: 629.73

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БЕСПИЛОТНОГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ МОНИТОРИНГА ПРИРОДНОГО ОЧАГА ЧУМЫ

В.М. Дубянский, Н.В. Цапко, Л.И. Шапошникова, Д.Ю. Дегтярев, Н.А. Давыдова,  
В.В. Остапович, М.П. Григорьев, А.Н. Куличенко

ФКУЗ «Ставропольский противочумный институт» Роспотребнадзора,  
ул. Советская, 13–15, г. Ставрополь, 355035, Россия

Для повышения эффективности эпизоотологического обследования природных очагов чумы в настоящее время активно развиваются новые технологии, основанные на дистанционном зондировании Земли (ДЗЗ). Для мониторинга и создания ортофотоплана местности использовался БПЛА «ГеоСкан-101». Мониторинг осуществлялся в Прикаспийском песчаном очаге чумы на долговременном стационаре площадью 4 га с предварительным наземным учетом нор млекопитающих. По данным мониторинга с использованием БПЛА возможна идентификация 78,26 % нор гребенщиковой песчанки – носителя возбудителя чумы в очаге, общественной полевки и обыкновенной слепушонки. Комплексное использование ДЗЗ из космоса и БПЛА (высокое разрешение снимков Земли в реальном времени) для уточнения данных космической съемки позволяет повысить эффективность эпизоотологического обследования в очагах, в которых носители возбудителя чумы имеют норы малого диаметра: песчанки рода *Meriones* и полевки.

**Ключевые слова:** чума, природный очаг, БПЛА, дистанционное зондирование, гребенщикова песчанка.

V.M. Dubyanskiy, N.V. Tsapko, L.I. Shaposhnikova, D.Yu. Degtyarev, N.A. Davydova, V.V. Ostapovich, M.P. Grigorev, A.N. Kulichenko **□ THE USE OF UNMANNED AERIAL VEHICLE TO IMPROVE THE EFFICIENCY OF NATURE PLAGUE FOCUS MONITORING □** Stavropol Anti-Plague Institute of Rospotrebnadzor, 13–15, Sovetskaya str., Stavropol, 355035, Russia.

New technologies based on remote sensing, has been actively developing now for the increasing the effectiveness of nature plague foci monitoring. The unmanned aerial vehicle (UAV) «GeoScan-101» was used for monitoring and for orthophoto creating. The monitoring was carried out at Caspian nature plague focus on a stationary square 4 ha. The accounting of rodents' holes had been implemented previously. Gerbils *Meriones tamariscinus* is the host of plague microbe in the Caspian natural plague focus. The monitoring using UAV allows identifying 78,26 % of *Meriones tamariscinus* holes as well as *Microtus socialis* and *Ellobius talpinus*. The comprehensive using remote sensing from space and data from drone (a high-resolution picture in real time) for elaboration data of remote sensing allows increasing the effectiveness of nature plague foci survey, where the hosts have the holes small diameter: the gerbils' genus *Meriones* and the voles' genus *Microtus*.

**Key words:** plague, natural focus, unmanned aerial vehicle, remote sensing, *Meriones tamariscinus*.

Чума остается актуальной возвращающейся инфекцией практически во всем мире, в том числе и в Российской Федерации [7]. На Северном Кавказе находится 6 активных природных очагов чумы из 11, существующих в Российской Федерации. Для этих очагов известны циклические эпидемические проявления, последние из которых приходятся на вторую половину XX столетия. Поэтому повышение эффективности эпизоотологического обследования как основы эпиднадзора за чумой является актуальной задачей и требует постоянного внедрения новых технологий. В настоящее время основным методом относительно быстрой оценки ситуации в очаге чумы для планирования работы групп эпизоотического обследования и мер неспецифической профилактики остаются автомобильные и пешие рекогносцировки, а также данные учетов и результаты обследования в предшествующий период. Рекогносцировочные оценки и учеты дают возможность оценить состояние численности носителей и переносчиков, обнаружить или оконтурить поселения грызунов на относительно небольшой площади – несколько тысяч гектар. Это не позволяет оперативно оценивать обстановку во всем очаге, обнаруживать новые поселения носителей и изменения конфигурации уже известных.

Авиаучеты и аэрофотосъемка поселений носителей чумы применялись еще с середины XX столетия, но редко и на небольших территориях [8].

Начиная с 2006 г. в эпиднадзор за чумой активно внедряются методы дистанционного зондирования Земли из космоса (ДЗЗ из космоса) [1, 10] с наземной дешифровкой, позволяющие, в отличие от ранее использовавшихся, оценить обстановку во всем или на большей части очага чумы. Однако у данного метода есть свои ограничения, в первую очередь – небольшое число видов, поселения и пятна норения [9], которые достоверно определяются на космических снимках, а также сложность определения обитаемости нор. Это обусловлено относительно низкой разрешающей способностью доступных по цене космических снимков – 0,4–0,5 м на пиксель. Данные ограничения, возможно, могут быть преодолены с использованием беспилотных летательных аппаратов (БПЛА), в т. ч. для дополнения данных космического зондирования.

**Цель исследования** – определить возможности применения БПЛА при комплексном эпизоотологическом обследовании в природных очагах чумы песчаночье типа. В статье представлены предварительные результаты, основанные на визуальном изучении снимков.

**Материалы и методы.** Работа проводилась на долговременной стационарной площадке, заложенной в 2015 г. в Курском районе Ставропольского края (Прикаспийский песчаный природный очаг чумы), площадью 4 га (200×200 м, рис. 1). Место расположения площадки подобрано на стыке ландшафтов и захватывает места обитания малого суслика (*Spermophilus pygmaeus* Pallas 1779, Rodentia, Sciuridae), гребенщиковой песчанки (*Meriones tamariscinus* Pallas, 1773, Rodentia, Cricetidae), полуденной песчанки (*Meriones meridians* Pallas, 1773, Rodentia, Cricetidae), общественной полевки (*Microtus socialis* Pallas, 1773, Rodentia, Cricetidae), обыкновенной слепушонки (*Ellobius talpinus* Pallas, 1770, Rodentia, Cricetidae).

На площадке не реже одного раза в год производится ревизия нор грызунов с указанием их статуса (обитаемая, необитаемая, исчезнувшая). Расположение нор с определением их принадлежности по видам животных в пределах площадок фиксировалось GPS-навигатором. Для дополнительной помощи в дешифровке полученных снимков на выбросы нор были положены реперные предметы (светлые деревянные прямоугольники размером 15×7 см). Таким образом, было промаркировано 23 норы разных видов животных: гребенщиковой песчанки, общественной полевки, обыкновенной слепушонки. Так как норы малого суслика хорошо идентифицируются и на спутниковых снимках высокого разрешения, основное внимание мы уделили идентификации нор перечисленных выше видов. Норы полуденной песчанки на площадке уверенно не идентифицировались при наземном обследовании, и данные по ним не обрабатывались.

На площадке мониторинга из 23 ранее идентифицированных пятен норения грызунов на момент исследования подтверждено наличие 8 обитаемых и 4 необитаемых групп нор, т. е., по данным наземного учета, 11 групп нор име-

ли статус «исчезнувшие» без видимых следов на поверхности земли.

Для мониторинга и создания ортофотоплана местности использовался беспилотный летательный аппарат (БПЛА) «ГеоСкан-101». Ортофотоплан составлен с использованием программы *Agisoft PhotoScan* версии 1.3.4.

Полетное задание БПЛА: высота 116 м, разрешение снимков 2,5 см на пиксель. Площадь фотоплана 0,85 км<sup>2</sup>. Длина маршрута полета 20,2 км. Дата съемки 24.11.2017. Съемка проводилась при сплошной низкой облачности.

**Результаты исследования.** Согласно данным научной литературы и нашим более ранним исследованиям, на спутниковых снимках высокого разрешения фиксируется пятно норения, которое заметно благодаря изменению состава и структуры почв и растительности [2, 5] и сохраняется долгое время. Получить информацию о текущем статусе пятна норения, в частности об обитаемости, используя спутниковые данные ДЗЗ из космоса, пока возможно только для большой песчанки (*Rhombomys opimus* Lichtenstein, 1823, Rodentia, Cricetidae) [11].

На площадке мониторинга из 23 ранее идентифицированных пятен норения грызунов на момент исследования подтверждено наличие 8 обитаемых и 4 необитаемых групп нор, т. е., по данным наземного учета, 11 групп нор имели статус «исчезнувшие» без видимых следов на поверхности земли.

Для оценки визуального распознавания групп нор на ортофотоплане использована субъективная градация в баллах (табл.):

- невозможно определить наличие нор – 0 баллов;
- норы определяются с некоторым сомнением – 1 балл;
- норы определяются хорошо – 2 балла;
- норы не только определяются, но и можно сделать вывод об их обитаемости – 3 балла.



Рис. 1. Район мониторинга указан стрелкой

Таким образом, исходя из данных таблицы, все обитаемые норы гребенщиковой песчанки распознаются: в градациях 3 балла – 1 нора, 11,11 % от всех обитаемых нор, 2 балла – 3 норы, 33,33 %, 1 балл – 2 норы, 22,22 % (рис. 2). Те обитаемые норы, которые попали в градацию 0 баллов, размещались на бархане, по кото-

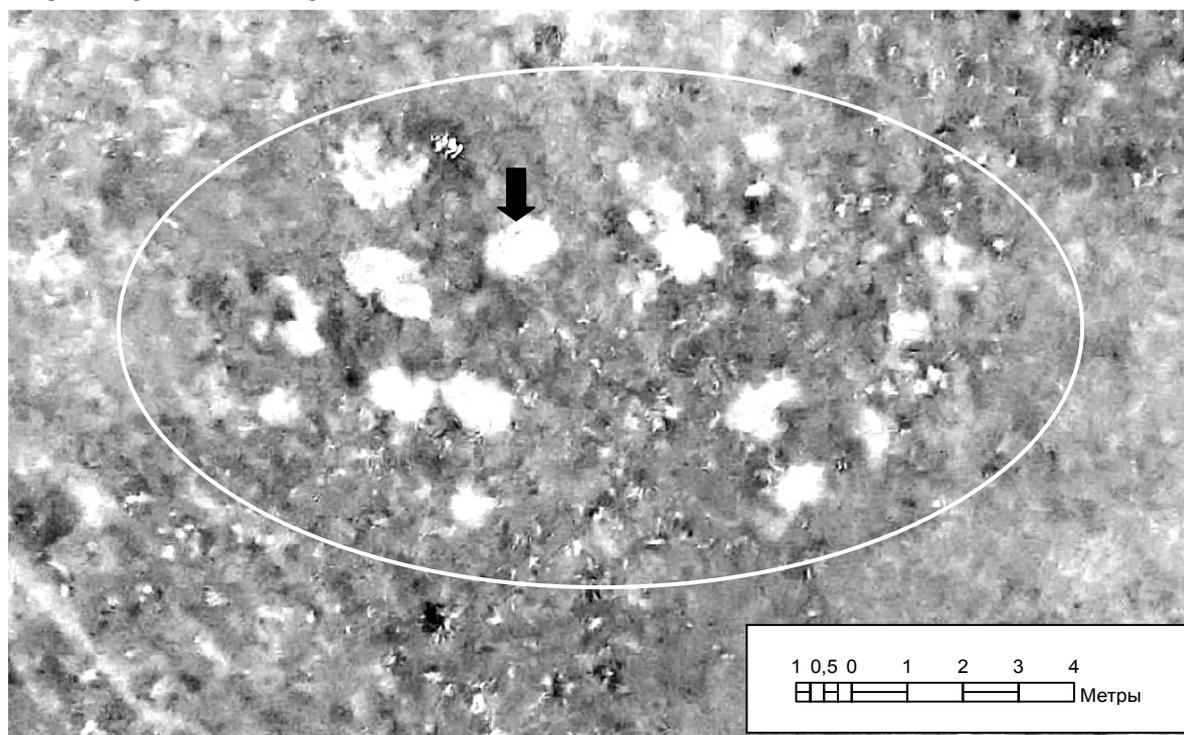
рому незадолго до пролета БПЛА прошло стадо овец, уничтоживших выбросы грунта из нор.

Необитаемые норы гребенщиковой песчанки распознаются в градациях от 0 до 1 балла. Исчезнувшие норы отсутствуют и на ортофотоплане, все 100 % попав в градацию 0 баллов.

**Таблица. Результаты визуального (в баллах) распознавания маркированных нор на ортофотоплане (соответствие данным наземного мониторинга)**

№ норы	Вид	Статус	Возможность визуального распознавания (баллы)
Ст-3-11-16	Гребенщикова песчанка	Обитаемая	1
Ст-3-1-16	Гребенщикова песчанка	Исчезнувшая	0
Ст-3-6-16	Гребенщикова песчанка	Обитаемая	2
Ст-3-7-16	Гребенщикова песчанка	Исчезнувшая	0
Ст-3-10-16	Гребенщикова песчанка	Исчезнувшая	0
Ст-3-9-16	Гребенщикова песчанка	Исчезнувшая	0
Ст-3-12-16	Гребенщикова песчанка	Необитаемая	1
Ст-3-8-16	Гребенщикова песчанка	Обитаемая	2
Ст-3-5-16	Гребенщикова песчанка	Исчезнувшая	0
Ст-3-23-16	Гребенщикова песчанка	Обитаемая	0*
Ст-3-24-16	Гребенщикова песчанка	Обитаемая	1*
Ст-3-22-16	Гребенщикова песчанка	Исчезнувшая	0*
Ст-3-25-16	Гребенщикова песчанка	Обитаемая	0*
Ст-3-13-16	Гребенщикова песчанка	Обитаемая	0*
Ст-3-14-16	Гребенщикова песчанка	Необитаемая	0*
Ст-3-16-16	Гребенщикова песчанка	Исчезнувшая	0*
Ст-3-15-16	Гребенщикова песчанка	Необитаемая	0*
Ст-3-26-16	Гребенщикова песчанка	Необитаемая	0*
Ст-3-21-16	Гребенщикова песчанка	Обитаемая	3*
Ст-3-3-16	Гребенщикова песчанка	Обитаемая	2*
Ст-3-17-16	Гребенщикова песчанка	Обитаемая	2*
Ст-3-1-17	Общественная полевка	Обитаемая	3*
Ст-3-2-17	Обыкновенная слепушонка	Обитаемая	3*

\*Бархан, закрепленные пески, разбито овцами



**Рис. 2.** Обитаемая нора гребенщиковой песчанки (в овале) на ортофотоплане, полученном с использованием БПЛА. Стрелка указывает характерные выбросы песчаного грунта из входов норы. Масштаб 1 : 100

Отлично идентифицировалась обитаемая сложная нора общественной полевки (3 балла), расположенная в межбарханном понижении с темными, относительно редко разбросанными выбросами. Такое расположение выбросов позволяет отличить сложные норы общественной полевки от выбросов обыкновенной слепушонки (3 балла), которые образуют единый конгломерат (рис. 3).

В результате, из 23 нор точно идентифицировано состояние 18 (78,26%), ошибочная идентификация 5 нор связана с тем, что песчаный грунт в местах их расположения был разбит из-за неоднократного прогона овец.

**Обсуждение результатов.** Проведенные ранее исследования показали широкие возможности использования данных ДЗЗ из космоса в виде спутниковых снимков. В частности, они использовались для поиска новых поселений, оконтуривания известных, уточнения границ ареала вида, планирования эпизоотологического обследования, мер неспецифической профилактики чумы, оперативного прогнозирования пространственно-временного развития эпизоотий, закономерностей размещения вида в пространстве. В результате, ДЗЗ активно внедряется в эпиднадзор за чумой [4]. Однако это касается главным образом очагов, в которых важнейшим носителем микроба чумы является большая песчанка. Это уникальный вид, т. к. имеет сложные норы диаметром 9–50 м, в процессе норовой деятельности значительно меняет состав почвы и рельеф [1, 5], что позволяет легко различать пятна норения на спутниковых снимках с разрешением 0,4–0,5 м на пиксель визуально. Хотя данные ДЗЗ используются для мониторинга за разными видами грызунов в очагах чумы на территории Российской Федерации [6], их изменяющая почву деятельность

значительно уступает большой песчанке, и решающей способности спутниковых снимков недостаточно для полноценного применения мониторинга за этими видами в эпиднадзоре, или же такие снимки слишком дорогие.

Наши исследования показали, что на территории Прикаспийских очагов чумы использовать все преимущества применения спутниковых снимков возможно только для малого суслика.

Для тех участков очаговости, где важна роль гребенщиковой песчанки, круг задач, решаемых с использованием ДЗЗ из космоса, ограничен, так как отображаемые на снимках пятна норения необязательно являются обитаемыми норами в конкретный момент времени. Полевочьи норы с большим трудом идентифицируются только в отдельных биотопах.

Фотоснимки земной поверхности, сделанные с использованием БПЛА, позволяют определять наличие норовой деятельности в текущий период для гребенщиковой песчанки, общественной полевки и отличать их норы от слепушонки, которая, согласно современным воззрениям на природную очаговость чумы, не имеют какого-либо значения в циркуляции микроба чумы в очаге.

Соответственно, использование БПЛА для уточнения и дополнения спутниковой информации позволяет решать в эпидмониторинге те же задачи, что и в очагах, где важнейшим носителем является большая песчанка, в том числе и для носителей возбудителя чумы, ранее недоступных для мониторинга с использованием ДЗЗ, – полевки. С учетом методов и программного обеспечения, разработанного нами ранее [3, 4], применение БПЛА обеспечит возможность:

– проводить учеты плотности нор на больших участках (1–2 км<sup>2</sup>);

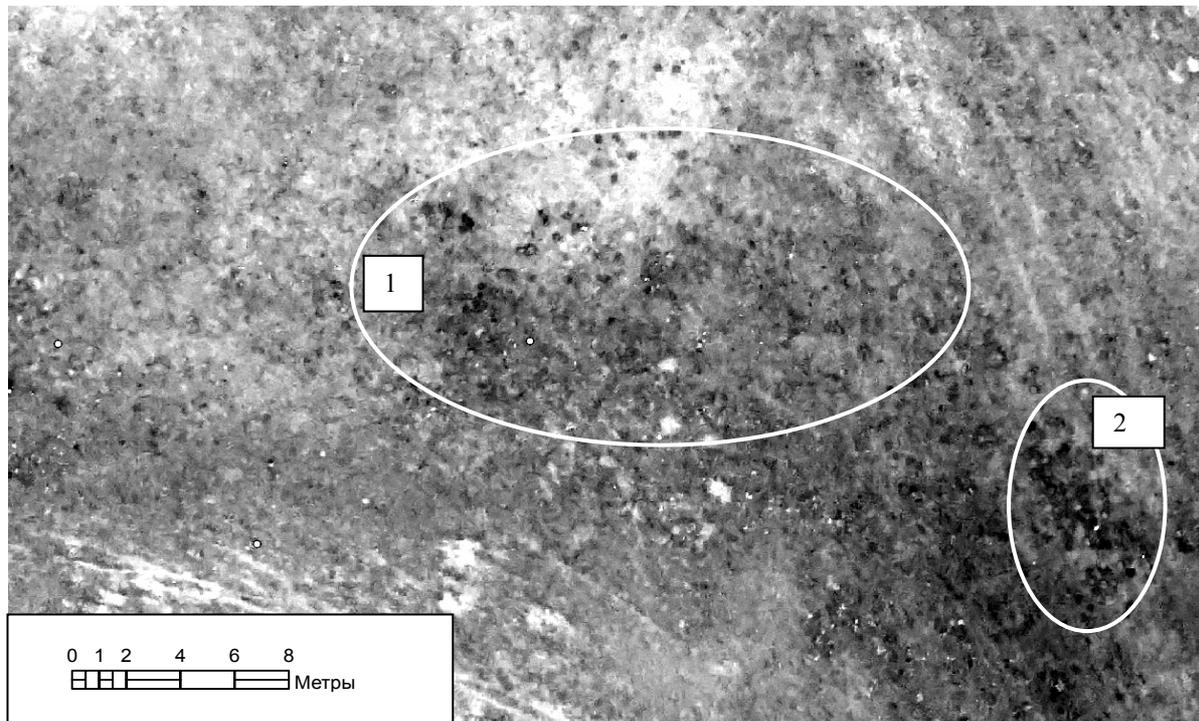


Рис. 3. Обитаемая нора общественной полевки (1) и обыкновенной слепушонки (2). Выбросы грунта из норы полевки разрознены, а из норы слепушонки образуют единый конгломерат. Масштаб 1 : 200

– повысить эффективность мер неспецифической заблаговременной и экстренной профилактики путем снижения стоимости работ и повышения их качества, за счет увеличения точности предварительного планирования мероприятий и повышения качества контроля;

– повысить эффективность эпизоотологического обследования за счет поиска и оконтуривания поселений в районе деятельности группы не по пятнам норения, а по реально существующим нормам носителей с оценкой их обитаемости.

В то же время мониторинг с использованием БПЛА имеет ряд недостатков. В первую очередь, это относительно небольшая площадь обследования, что ограничивает применение БПЛА только участками в пределах деятельности группы эпизоотологического обследования в рамках одного рабочего дня. Требования предоставления плана полетов в зональные центры планирования полетов за 3 дня до начала мониторинга снижает оперативность применения БПЛА.

**Заключение.** В результате проведенной работы была продемонстрирована эффективность применения БПЛА для эпизоотологического мониторинга очага чумы.

Использование БПЛА позволяет вести работу методами ДЗЗ в тех очагах или участках очаговости, для которых это было ранее недоступно: где носителями микроба чумы являются полевки или гребенщикове песчанки, у которых норы малого диаметра и часто исчезают с поверхности земли при отсутствии хозяев. Выбор соответствующих ландшафтам режимов фотосъемки, обработка снимков специальным программным обеспечением даст еще больше возможностей при практической работе по эпидемиологическому обследованию очагов чумы. В частности, возможна идентификация нор полуденной песчанки, которые располагаются одиночно или небольшими группами на слабозакрепленных барханах.

В то же время мониторинг с использованием БПЛА не отменяет, а только дополняет методы проведения эпизоотологического обследования и профилактических мероприятий, основанные на ДЗЗ с использованием спутниковых снимков. Это связано с относительно небольшой площадью мониторинга, что не позволяет отказаться от спутниковых данных.

Таким образом, использование БПЛА для мониторинга очаговой по чуме территории дает возможность повысить эффективность эпизоотологического обследования и является одним из инструментов, обеспечивающих эпидблагополучие на территории природных очагов этой инфекции.

#### ЛИТЕРАТУРА (п. 10–11 см. References)

1. Бурделов Л.А., Дубянский В.М. и др. Перспективы использования дистанционного зондирования в эпиднадзоре за чумой // Карантинные и зоонозные инфекции в Казахстане. Алматы, 2007. № 1–2 (15–16). С. 11–17.
2. Виноградов Б.В., Леонтьева Е.В. Изучение сурчин степей Северного Казахстана по аэрофотоснимкам // Млекопитающие в наземных экосистемах. М.: Наука, 1985. С. 268–285.
3. Дубянский В.М. Компьютерное моделирование эпизоотической ситуации с применением дистанционного зондирования Земли в системе эпизоотологического надзора за чумой (на примере Среднеазиатского природного очага): дисс. ... докт. биол. наук. Москва, 2015. 319 с.
4. Дубянский В.М. Концепция использования ГИС-технологий и дистанционного зондирования в эпиднадзоре за чумой // Врач и информационные технологии. 2012. № 3. С. 42–46.

5. Дубянский В.М. Об использовании анализа спектра для распознавания колоний больших песчанок на космических снимках // Карантинные и зоонозные инфекции в Казахстане. Алматы, 2011. № 1–2 (23–24). С. 69–73.
6. Дубянский В.М., Бурделов Л.А., Поле С.Б. и др. Об использовании дистанционного зондирования для мониторинга поселений грызунов – носителей зоонозных инфекций // Актуальные проблемы предупреждения и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций в области санитарно-эпидемиологического благополучия населения государств – участников СНГ: матер. X межгосуд. научно-практ. конф. Ставрополь, 2010. С. 53–54.
7. Кадастр эпидемических и эпизоотических проявлений чумы на территории Российской Федерации и стран ближнего зарубежья (с 1876 по 2016 год) / Под редакцией В.В. Кутырева, А.Ю. Поповой. Саратов, 2016. 248 с.
8. Кузиков И.В., Кузикова В.В., Попов В.П. и др. Опыт составления крупномасштабных карт поселений больших песчанок (*Rhombomys opimus*) на основе фотопланов в очагах кожного лейшманиоза в Каршинской степи // Зоологический журнал. 1975. Т. LIV. Вып. 10. С. 1551–1555.
9. Слудский А.А. Эпизоотология чумы (обзор исследований и гипотез). Часть 1. (Деп. в ВИНТИ 11.08.2014, № 231-В 2014). Саратов, 2014. 313 с.

#### REFERENCES

1. Burdelov L.A., Dubyanskiy V.M. et al. Perspektivy ispolzovaniya distantsionnogo zondirovaniya v epidnadzore za chumoy [Prospects for the use of remote sensing in plague surveillance]. Karantinnyye i zoonoznyye infektsii v Kazakhstan. Almaty, 2007, no. 1–2 (15–16), pp. 11–17. (In Russ.)
2. Vinogradov B.V., Leont'eva E.V. Izuchenie surchin stepey Severnogo Kazakhstana po aerofotosnimkam [Study of marmot's burrows of Northern Kazakhstan steppe on airphotos]. Mlekoпитayushchie v nazemnykh ekosistemakh. Moscow: Nauka Publ., 1985, pp. 268–285. (In Russ.)
3. Dubyanskiy V.M. Kompyuternoe modelirovaniye epizooticheskoy situatsii s primeneniem distantsionnogo zondirovaniya Zemli v sisteme epidemiologicheskogo nadzora za chumoy (na primere Sredneaziatskogo prirodnoy ochaga) [Computer simulation of the epizootic situation with the use of remote sensing of the Earth in the system of epidemiological surveillance of plague (on the example of the Central Asian natural focus): summary of the thesis of PhD in Biology. Moscow, 2015, 319 p. (In Russ.)
4. Dubyanskiy V.M. Kontseptsiya ispolzovaniya GIS-tehnologii i distantsionnogo zondirovaniya v epidnadzore za chumoy [Concept of using of GIS technology and remote sensing technologies in plague surveillance]. Vrach i informatsionnyye tekhnologii, 2012, no. 3, pp. 42–46. (In Russ.)
5. Dubyanskiy V.M. Ob ispolzovanii analiza spektra dlya raspoznaniya koloniy bolshikh peschanok na kosmicheskikh snimkakh [The use of spectrum analysis for recognition of colonies of large gerbils on space images]. Karantinnyye i zoonoznyye infektsii v Kazakhstane. Almaty, 2011, no. 1–2 (23–24), pp. 69–73. (In Russ.)
6. Dubyanskiy V.M., Burdelov L.A., Pole S.B. et al. Ob ispolzovanii distantsionnogo zondirovaniya dlya monitoringa poseleniy gryzunov – nositeley zoonoznykh infektsiy [The use of remote sensing for monitoring of settlements of rodents hosts of zoonotic infections]. Actual problems of prevention and liquidation of consequences of emergency situations in the sphere of sanitary-and-epidemiologic wellbeing of the population of the States – participants of the CIS: Materialy X mezhdunarstvennoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. Stavropol, 2010, pp. 53–54. (In Russ.)
7. Kadastr epidemicheskikh i epizooticheskikh proyavleniy chumy na territorii Rossiyskoy Federatsii i stran blizhnego zarubezhya (s 1876 po 2016 god) [Inventory of epidemic and epizootic manifestations of plague in the Russian Federation and neighboring countries (from 1876 to 2016)]. Edited by Kutyr V.V., Popova A.Yu. Saratov, 2016. (In Russ.)
8. Kuzikov I.V., Kuzikova V.V., Popov V.P. et al. Opyt sostavleniya krupnomasshtabnykh kart poseleniy bolshikh peschanok (*Rhombomys opimus*) na osnove fotoplanov v ochagakh kozhnogo leishmanioza v Karshinskoy stepi [The experience of compiling large-scale maps of settlements of great gerbils (*Rhombomys opimus*), based on the photographic maps in the foci of cutaneous leishmaniasis in the Karshi steppe]. Zoologicheskii zhurnal, 1975, vol. LIV, issue 10, pp. 1551–1555. (In Russ.)
9. Sludskiy A.A. Epizootologiya chumy (obzor issledovaniy i gipotez). [Epizootology of plague (review of studies and hypotheses)]. Part 1. (Dep. v VINITI 11.08.2014, no. 231-V 2014. Saratov, 2014, 313 p. (In Russ.)
10. Addink E.A., De Jong S.M., Davis S.A., Dubyanskiy V.M., Burdelov L.A., Leirs H. The use of high-resolution remote sensing for plague surveillance in Kazakhstan. Remote Sensing of Environment, 2010. Volume 114. Issue 3. P. 674–681.
11. Wilschut L.I., Heesterbeek J.A.P., Begon M., de Jong S. M., Ageyev V., Laudisoit A., Addink E.A. Detecting plague-host abundance from space: Using a spectral vegetation index to identify occupancy of great gerbil burrows // International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation, 2018. Volume 64. P. 249–255. <https://doi.org/10.1016/j.jag.2017.09.013>

#### Контактная информация:

Дубянский Владимир Маркович, доктор биологических наук, заведующий отделом эпизоотологического мониторинга и прогнозирования ФКУЗ «Ставропольский противочумный институт» Роспотребнадзора  
тел.: +7 (962) 460-99-01, e-mail: [dvmplague@gmail.com](mailto:dvmplague@gmail.com)

#### Contact information:

Dubyanskiy Vladimir, Doctor of Biological Sciences, Head of Department of epizootic monitoring and forecasting of Stavropol Anti-Plague Institute of Rosпотребнадзор  
phone: +7 (962) 460-99-01, e-mail: [dvmplague@gmail.com](mailto:dvmplague@gmail.com)

