

2-бөлім  
**ЗООЛОГИЯ**

---

Раздел 2  
**ЗООЛОГИЯ**

---

Section 2  
**ZOOLOGY**

**Сергазинова З.М.<sup>1</sup>, Ержанов Н.Т.<sup>2</sup>, Дупал Т.А.<sup>3</sup>,  
Макаров А.В.<sup>4</sup>, Литвинов Ю.Н.<sup>5</sup>**

<sup>1</sup>PhD-докторант, e-mail: wwwszm@mail.ru

<sup>2</sup>доктор биологических наук, профессор, e-mail: dirni@mail.ru

Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова, Казахстан, г. Павлодар

<sup>3</sup>кандидат биологических наук, старший научный сотрудник, e-mail: gf@eco.nsc.ru

<sup>4</sup>ведущий инженер, e-mail: al\_micromammals@mail.ru

<sup>5</sup>доктор биологических наук, профессор, e-mail: litvinov@eco.nsc.ru

Институт систематики и экологии животных

Сибирского отделения Российской академии наук,

Россия, г. Новосибирск

**НАСЕЛЕНИЕ МЕЛКИХ МЛЕКОПИТАЮЩИХ  
В УСЛОВИЯХ ТЕХНОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ  
СЕВЕРНОГО КАЗАХСТАНА  
(на примере г. Павлодара)**

В статье приводятся данные по населению мелких млекопитающих промышленной зоны г. Павлодар за летний период 2016–2017 гг. Проведен анализ основных структурных показателей разнообразия сообществ мелких млекопитающих как биоиндикаторов состояния экосистем в зонах техногенной нагрузки, в сравнении с контрольными участками. За период исследований на сравниваемых территориях нами зарегистрировано 19 видов мелких млекопитающих. В зоне техногенной нагрузки отмечено 15, а на контрольной территории 13 видов, а одновременно на двух территориях зарегистрировано по девять общих видов мелких млекопитающих. На техногенной территории доминируют в основном два вида – узкочерепная полевка и степная мышовка. На контрольном участке существенно преобладает узкочерепная полевка, а также бурозубки – тундряная, малая и обыкновенная, а также мыш-малютка. Исследована межпопуляционная изменчивость морфометрических экстерьерных показателей узкочерепной полевки. Анализ показал закономерное снижение размерных показателей длины тела и веса животных на территориях техногенной нагрузки. Территории зон техногенной нагрузки подвержены сильной антропогенной трансформации ландшафтов и значительному изменению и фрагментированности местообитаний, в конечном итоге, влияющих на динамику и устойчивость популяции узкочерепной полевки. В результате многие зверьки, теряют способность к миграциям и заселению подходящих пограничных местообитаний, образуя локальные популяции.

**Ключевые слова:** грызуны, насекомоядные, численность и структура населения, промышленное загрязнение, зона техногенной нагрузки, контрольная территория, узкочерепная полевка.

Sergazinova Z.M.<sup>1</sup>, Erzhanov N.T.<sup>2</sup>, Dupal T.A.<sup>3</sup>,  
Makarov A.V.<sup>4</sup>, Litvinov Ju.N.<sup>5</sup>

<sup>1</sup>PhD-student, e-mail: wwwszm@mail.ru

<sup>2</sup>Doctor of Biological Sciences, Professor, e-mail: dirni@mail.ru

Pavlodar State University named S. Toraigyrov, Kazakhstan, Pavlodar

<sup>3</sup>Candidate of Biological Sciences, Senior Research Fellow, e-mail: gf@eco.nsc.ru

<sup>4</sup>leading engineer, e-mail: al\_micromammals@mail.ru

<sup>5</sup>Doctor of Biological Sciences, Professor, e-mail: litvinov@eco.nsc.ru

Institute of Systematics and Ecology of Animals, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences,  
Russia, Novosibirsk

### The population of small mammals in conditions of technogenic pollution of Northern Kazakhstan (on an example of Pavlodar)

In the article presents data on the population of small mammals in the industrial zone of Pavlodar for the summer period 2016–2017. Analyzed of the main structural indicators of the diversity of communities of small mammals, as bioindicators of the condition of ecosystems in zones of technogenic load, in comparison with the control sites. During the period of research in the compared territories, we recorded 19 species of small mammals. In the zone of technogenic load 15 were recorded, and 13 species in the control area, and simultaneously in two territories nine common species of small mammals were registered. The technogenic territory is dominated mainly by two species – the narrow-skulled vole and the southern birch mouse. In the control area, the narrow-skulled vole predominates, as well as the tundra shrew, the pigmy shrew and the common shrew, and also the harvest mouse. Interpopulation variability of morphometric exterior characteristics of a narrow-skulled vole was investigated. The analysis showed a regular decrease in the size indices of body length and weight of animals in the territories of technogenic load. The areas of technogenic load zones are subject to strong anthropogenic transformations of landscapes and to a significant change and fragmentation of habitats, ultimately affecting on the dynamics and stability of the population the narrow-skulled vole. As a result, many animals lose their ability to the migrate and to populate suitable border habitats, forming local populations.

**Key words:** rodents, insectivores, number and structure of the population, industrial pollution, zone of technogenic load, control territory, narrow-skulled vole.

Сергазинова З.М.<sup>1</sup>, Ержанов Н.Т.<sup>2</sup>, Дупал Т.А.<sup>3</sup>, Макаров А.В.<sup>4</sup>, Литвинов Ю.Н.<sup>5</sup>

<sup>1</sup>PhD-докторант, e-mail: wwwszm@mail.ru

<sup>2</sup>биология ғылымдарының докторы, профессор, e-mail: dirni@mail.ru

С. Торайғыров атындағы Павлодар мемлекеттік университеті, Қазақстан, Павлодар қ.

<sup>3</sup>биология ғылымдарының кандидаты, аға ғылыми қызметкері, e-mail: gf@eco.nsc.ru

<sup>4</sup>жетекші инженері, e-mail: al\_micromammals@mail.ru

<sup>5</sup>биология ғылымдарының докторы, профессор, e-mail: litvinov@eco.nsc.ru

Ресей ғылым академиясының Сібір бөлімшесінің жануарларды жүйелеу және экология институты,  
Ресей, Новосибирск қ.

### Солтүстік Қазақстанның техногендік ластану жағдайына ұсақ сүтқоректілердің қоныстануы (Павлодар қаласы мысалында)

Мақалада 2016–2017 жылдардың жазғы мезгілі аралығындағы Павлодар қаласының өндірістік аймағының ұсақ сүтқоректілерінің таралуы бойынша мәліметтер берілген. Ұсақ сүтқоректілер қауымдастығының әр түрлілігі негізінде басты құрылымдық көрсеткіштеріне, техногендік жүктеме жағдайындағы экожүйелердің биоиндикаторлары ретінде, бақылау аумақтарын салыстыру арқылы талдау жүргізілді. Зерттеу барысында салыстыру аумақтарында ұсақ сүтқоректілердің 19 түрін тіркедік. Техногендік жүктеме аймағында 15, бақылау аумағында 13 түр, ал бір мезгілде екі аумақта тоғыз түрлі ұсақ сүтқоректілер тіркелген. Техногендік аумақтарда негізінен екі түрі басымдылық танытады – бас миы тар сұртышқан және қыр тышқаны. Бақылау телімінде едәуір басымдылықты бас миы тар сұртышқан, сонымен қатар тундралы, кіші және кәдімгі – жертесер, шағын тышқан танытады. Бас миы тар сұртышқанның морфометриялық сыртқы көрсеткіштерінің популяция аралық өзгеруі зерттелген. Талдау техногендік жүктеме аймақтарда жануарлардың салмағы және дене ұзындық көрсеткіштері мен өлшемдерінің төмендеу заңдылығын көрсетті. Техногендік жүктеме аймағында ландшафттардың қатты антропогендік трансформациясы және мекендеу орындарының айтарлықтай фрагменттелуі ақыр соңында бас миы тар сұртышқанның динамикасы мен тұрақты популяциясына әсер етеді. Нәтижесінде көптеген аңдар қоныс аударуларға және келісті шекаралық қонысорындарға қоныстану қабілеттіліктерін жояды және жергілікті популяция құрайды.

**Түйін сөздер:** кемірушілер, жәндікқоректілер, тұрғындардың саны мен құрылымы, өндірістік ластану, техногендік жүктеме аймағы, бақылау аумағы, сүйірбасты тоқалтісі.

## Введение

Антропогенная трансформация окружающей природной среды приводит к значительным изменениям в экосистемах. Первые исследования изменений биоты вблизи точечных источников выбросов были выполнены в конце XIX в. (Holland, 1888: 112; Haselhoff, Lindau, 1903: 412; Stoklasa, 1923: 487). Описания мертвых лесов и «лунных ландшафтов» вошли во многие учебники экологии (Freedman, 1989:424) как наиболее яркие примеры негативных последствий человеческой деятельности. Интенсивное накопление информации позволило уже к концу 1970-х годов выявить картину трансформации экосистем под влиянием загрязнения (Woodwell, 1970: 430; Smith, 1981: 378; Odum, 1985: 420; Rapport, Whitford, 1999:193).

Павлодарская область является одним из развитых промышленных регионов Северного Казахстана. За последние десятилетия в г. Павлодар и его окрестностях, в связи со значительным ростом количества предприятий и увеличением объемов производства, преобразованием мезорельефа, интенсивным выпасом домашних животных возросла антропогенная нагрузка на окружающую среду, что привело к значительной трансформации и фрагментированности местообитаний. Изменение характеристик биотопов обуславливает значительные изменения географического распространения видов, что сказывается на видовом составе сообществ и приводит к усилению действия естественного отбора, корректирующего взаимоотношения видов на уровне их экологических ниш (Hanski, 2005: 47). На территориях техногенных участков, расположенных в непосредственной близости от объектов промышленного производства, происходит снижение биоразнообразия флоры и фауны, уменьшение количества обитающих видов и снижение их численности. Оставшиеся виды вынуждены приспосабливаться к обитанию в сложных условиях постоянного техногенного пресса и присутствия в окружающей среде значительных количеств вредных веществ антропогенного происхождения (Земляной, 2007: 484).

Группа мелких млекопитающих, представленная различными таксономическими и экологическими единицами, давно используется в качестве удобной экологической модели для комплексного изучения антропогенного влияния на экосистемы (Ивантер, 1981: 47; Daniel, 1993: 352; Guillermo Espinosa-Reyes et al., 2014: 13; Rodriguez-Estival, Smits, 2016: 286). Данная

группа животных благодаря высокой численности, быстрому обмену веществ, интенсивному размножению, оседлости и небольшому индивидуальному участку обитания, удовлетворяют всем основным требованиям, предъявляемым к видам-индикаторам (**Biomonitoring and environmental management**, 1990: 108).

На территории Казахстана (Каркаралинско-го государственного национального природного парка, а также в прибрежных биотопах рек Жетысу), результаты биоиндикационных исследований показали, что популяции мышевидных грызунов, под влиянием антропогенной нагрузки, имеют устойчивое состояние (Пудов, 2013: 23; Магда, 2014: 319). Но, в результате исследований техногенных участков, под воздействием выбросов вредных веществ (Темиртауского промышленного комплекса), установлено значительное уменьшение биоразнообразия мелких млекопитающих, снижение их численности, а также накопление тяжелых металлов во внутренних органах животных, приводящих к развитию патологических изменений во внутренних тканях и органах кроветворения (Аталикова, 2009: 12).

К настоящему времени, работ, посвященных биоиндикационным исследованиям сообществ мелких млекопитающих на техногенных участках Северного Казахстана немного. Более того, изучение фауны и населения мелких млекопитающих в окрестностях г. Павлодар проводилось эпизодически, данные о составе, численности и распределении их населения по биотопам малы. Исходя из вышесказанного, определяется актуальность данной статьи.

Впервые для территории окрестностей г. Павлодар проведен эколого-фаунистический анализ населения мелких млекопитающих, а также проведены зоомониторинговые исследования импактных регионов (Воробейчик, 2012: 83) АО «Алюминий Казахстана» и АО «Казахстанский электролизный завод», выявлены межпопуляционные различия внешних морфологических показателей узкочерепной полевки. Впервые для Павлодарской области приводится новый, ранее не встреченный, вид – восточноевропейская полевка (*M. levis* Miller, 1908).

Цель работы состоит в изучении видового состава и структуры населения мелких млекопитающих зон техногенной нагрузки и выявлении межпопуляционных различий внешних морфологических показателей узкочерепной полевки зон техногенной нагрузки и контрольной территории.

## Материалы и методы исследований

Исследования проводили в восточной промышленной зоне г. Павлодар, где выбрано два крупных объекта загрязнения: АО «Алюминий Казахстана» и АО «Казахстанский электролизный завод». Расстояние между заводами составило около 11 км.

АО «Алюминий Казахстана» (далее алюминиевый завод) входит в Евразийскую Группу (ERG). Основная деятельность состоит в добыче бокситов и производстве глинозема (Ибрагимов, 2010:5-6). Это второй крупнейший производитель глинозема по объему в СНГ, пущенный в эксплуатацию в 1964 г. Мощность предприятия – 1,4 млн тонн глинозема в год. Рядом располагается Павлодарская ТЭЦ-1, входящая в состав предприятия. Завод находится на юго-востоке г. Павлодар на расстоянии около 2 км от жилого микрорайона. Алюминиевый завод и ТЭЦ выбрасывают до 90% от общего количества загрязняющих веществ в год, что приводит к наибольшим концентрациям на данной территории таких элементов как Cu, Zn, Cd, Pb, Cr, Mn, Co, Mo, Be в почвах (Панин, 2006: 174).

АО «Казахстанский электролизный завод» (далее электролизный завод) входит в группу ENRC – единственного производителя первичного алюминия в Казахстане (Ибрагимов, 2009: 14-16). Введен в эксплуатацию в 2007 г., производственная мощность – 250 тыс. тонн продукции в год. Завод располагается на расстоянии 12 км от города в юго-восточном направлении. По литературным источникам, основными загрязнителями подобного производства выступают фторидные соединения (HF, SiF<sub>4</sub>, NaF, Na<sub>3</sub>AlF<sub>6</sub> и др.), которые могут рассеиваться в радиусе 50 км, а также окиси углерода, диоксид серы и пыль (Ибрагимов, 2009: 234).

Полевые работы вели с мая по сентябрь 2016-2017 гг., в течение 10-20 дней каждого месяца, на 12 пробных участках в схожих биотопах в пределах трех зон техногенной нагрузки, расположенных в западном и восточном направлении, на разном удалении от источников загрязнения. Зоны выделяли на основании данных статьи С.В. Мухачевой: импактная зона до 0,5-3 км, буферная – 3-5 км, фоновая – 20-25 км (Мухачева, 2005: 523). В импактной зоне выбрано пять пробных участков – И<sub>1</sub>, И<sub>2</sub>, И<sub>3</sub>, И<sub>4</sub>, И<sub>5</sub>; в буферной три – Б<sub>6</sub>, Б<sub>7</sub>, Б<sub>8</sub>; в фоновой четыре – Ф<sub>9</sub>, Ф<sub>10</sub>, Ф<sub>11</sub>, Ф<sub>12</sub> (рисунок 1). Кроме того, в качестве контрольной зоны выделен участок, расположенный на рас-

стоянии около 200 км от г. Павлодар по прямой линии. Участок размещался в окрестностях с. Троицкое в 15 км от г. Карасук Новосибирской области (Карасукский стационар Института систематики и экологии животных СО РАН, К<sub>к</sub>).

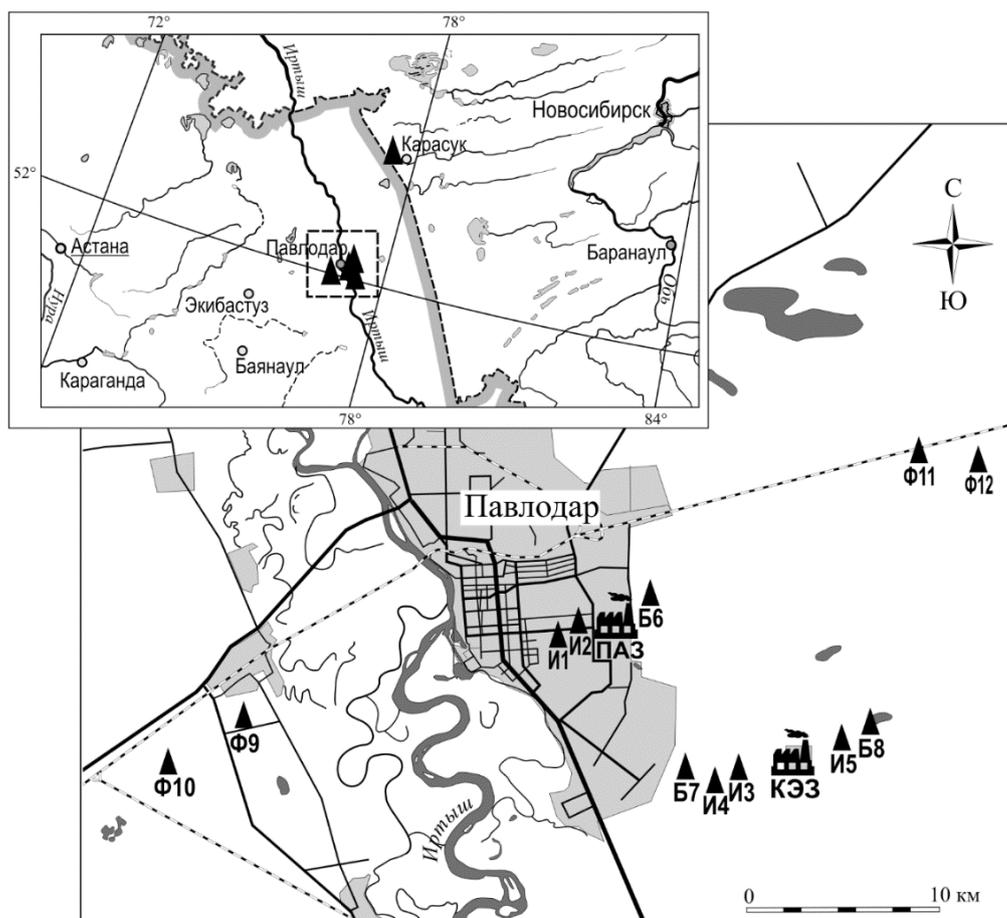
На территории импактной зоны пробные участки располагались в разнотравно-полынной (И<sub>1</sub>, И<sub>2</sub>), разнотравно-ковыльно-полынной (И<sub>3</sub>, И<sub>4</sub>) и разнотравно-типчаковой (И<sub>5</sub>) степях. Буферная зона представлена типчаково-полынной (Б<sub>6</sub>), полынно-ковыльной (Б<sub>7</sub>) и разнотравно-типчаковой степями (Б<sub>8</sub>), а фоновая – типчаково-полынной (Ф<sub>9</sub>, Ф<sub>10</sub>) и полынной степями (Ф<sub>11</sub>, Ф<sub>12</sub>).

Контрольная территория в окрестностях с. Троицкое (К<sub>к</sub>) представлена следующими биотопами: типчаково-злаково-разнотравная степь, небольшой участок ковыльно-типчаковой степи вдоль лесополосы, участок пахотного поля, заросший злаково-разнотравной растительностью и берег оз. Кротово заросший злаково-разнотравной растительностью.

Сбор материала осуществляли методом ловчих канавок, длиной 50 метров. В дно канавки вкапывали пять пластиковых конусов на расстоянии 10 м между ними и по 5 м за крайние конусы. В качестве конусов были использованы обычные 5-литровые емкости со срезанным дном. Канавки проверяли ежедневно рано утром. В качестве числовых характеристик видов в сообществе применяли индекс доминирования (процент или доля вида в сообществе (и. д.)) и показатель численности (п. ч.) рассчитанный на 100 конусо-суток (к/с) (Литвинов, 2010: 24).

Систематический перечень видов, их русские и латинские названия даны по справочнику-определителю «Наземные звери России» (Павлинов, 2002: 25-214) с некоторыми поправками по Каталогу мировой фауны млекопитающих (Mammal Species of the World, 2005).

По учетам 2016 г. на пробных и контрольном участках доминирующим видом в сообществе мелких млекопитающих была узкочерепная полевка (Дупал, 2017: 793). Поэтому объектом исследования межпопуляционной морфометрической изменчивости выбран этот вид. Кроме Карасукской популяции стадной полевки для сравнения приводятся морфометрические данные с Бийского участка (К<sub>б</sub>), который расположен в подзоне южной лесостепи в окрестностях г. Бийска (Алтайский край). Этот участок включал в себя два открытых биотопа: луга-перелески и луга-выпасы.



**Рисунок 1** – Район исследования и участки отлова мелких млекопитающих  
 Ф<sub>9</sub>, Ф<sub>10</sub>, Ф<sub>11</sub>, Ф<sub>12</sub> – фоновая зона; Б<sub>6</sub>, Б<sub>7</sub>, Б<sub>8</sub> – буферная зона, И<sub>1</sub>, И<sub>2</sub>, И<sub>3</sub>, И<sub>4</sub>, И<sub>5</sub> – импактная зона;  
 ПАЗ – алюминиевый завод; КЭЗ – электролизный завод

Выборки самцов и самок *Microtus (Stencranius) gregalis* были разбиты на три возрастные группы: молодые (Subad), взрослые (Adultus) и перезимовавшие (Senex). Возрастные группы выделены по массе тела и состоянию половой системы. Сеголетки с массой тела больше 20 г, половозрелые самцы с массой семенника более 100 мг, а также беременные, с плацентарными пятнами самки отнесены к группе взрослых животных. Размножающиеся полевки, отловленные в начале лета, с массой тела более 30 г, с хорошо развитым межглазничным гребнем на черепе, включены в группу перезимовавших. Неполовозрелые сеголетки с массой тела менее 20 г отнесены к группе молодых полевок. Использовали следующие показатели: масса тела, длина тела, хвоста и ступни. Для каждого признака посчитаны средние значения и ошибка средней, достоверность различий (Плохинский, 1961: 119).

### Результаты исследований и их обсуждение

Всего за время исследований 2016–2017 гг. отработано 4682 конусо-суток в зоне техногенной нагрузки и 1535 на контрольной территории Карасукского участка. Отловлено 431 особей мелких млекопитающих 19 видов, 11 родов, 5 семейств и 2 отрядов, среди которых преобладали грызуны, как в техногенной (64,3 %), так и в контрольной (69,2 %) зонах (таблица 1).

За летний период 2016–2017 гг. одновременно на двух территориях зарегистрировано по девять общих видов мелких млекопитающих (табл. 1). В зоне техногенной нагрузки отмечено 15 видов, шесть из которых не встречаются в этот период на контрольной территории (К<sub>к</sub>). Малая белозубка и обыкновенная слепушонка в Карасукском районе не встречаются. В контрольной зоне (К<sub>к</sub>) за два года зарегистрировано 13 видов, из которых средняя бу-

розубка, водяная полевка, мышь-малютка и полевая мышь не отмечены в зоне техногенной нагрузки. Кроме того, в зоне техногенной нагрузки Павлодарской области нами обнаружен новый вид для региона – восточноевропейская полевка (*Microtus levis* Miller, 1908). Определение вида осуществлялось сотрудником ла-

боратории экологии сообществ позвоночных животных ИСиЭЖ СО РАН к.б.н. Т.А. Дупал. Подтверждение вида проведено сотрудниками «Федерального научного центра Биоразнообразие наземной биоты Восточной Азии» ДВО РАН И.В. Картавцевой и И.Н. Шереметьевой (устное сообщение).

**Таблица 1** – Список отловленных видов мелких млекопитающих

Вид	Зона техногенной нагрузки				Контрольная зона (К <sub>к</sub> )			
	2016		2017		2016		2017	
	п	и.д.	п	и.д.	п	и.д.	п	и.д.
<b>Насекомоядные (Insectivora)</b>								
Малая бурозубка ( <i>Sorex minutus</i> L., 1766)	1	1,1	1	1,4	14	10,2	10	7,7
Средняя бурозубка ( <i>S. caecutiens</i> Laxmann, 1785)	0	0	0	0	0	0	1	0,8
Тундрная бурозубка ( <i>S. tundrensis</i> Merriam, 1900)	2	2,2	8	11,1	25	18,1	16	12,3
Обыкновенная бурозубка ( <i>S. araneus</i> L., 1758)	0	0	1	1,4	12	8,7	11	8,5
Крошечная бурозубка ( <i>S. minutissimus</i> Zimmermann, 1780)	1	1,1	0	0	0	0	0	0
Малая белозубка ( <i>Crocidura suaveolens</i> Pall., 1811)	2	2,2	4	5,6	0	0	0	0
<b>Грызуны (Rodentia)</b>								
Краснощекий суслик ( <i>Spermophilus erythrogenys</i> , Brandt, 1841)	1	1,1	1	1,4	0	0	0	0
Степная мышовка ( <i>Sicista subtilis</i> Pall., 1773)	24	26,4	13	18,1	0	0	0	0
Джунгарский хомячок ( <i>Phodopus sungorus</i> Pall., 1773)	6	6,6	7	9,7	0	0	2	1,5
Обыкновенная слепушонка ( <i>Ellobius talpinus</i> Pall., 1770)	2	2,2	8	11,1	0	0	0	0
Степная пеструшка ( <i>Lagurus lagurus</i> Pall., 1773)	4	4,4	5	6,9	0	0	1	0,8
Водяная полевка ( <i>Arvicola amphibius</i> L., 1758)	0	0	0	0	1	0,7	0	0
Полевка-экономка ( <i>Microtus oeconomus</i> Pall., 1776)	1	1,1	1	1,4	6	4,3	3	2,3
Узкочерепная полевка ( <i>M. gregalis</i> Pall., 1779)	39	42,8	21	29,2	63	45,7	56	43,1
Обыкновенная полевка ( <i>M. arvalis</i> Pall., 1779)	4	4,4	1	1,4	0	0	0	0
Восточноевропейская полевка ( <i>M. levis</i> Miller, 1908)	1	1,1	0	0	5	3,6	3	2,3
Мышь-малютка ( <i>Micromys minutus</i> Pall., 1771)	0	0	0	0	7	5,1	21	16,2
Полевая мышь ( <i>Apodemus agrarius</i> Pall., 1771)	0	0	0	0	3	2,2	6	4,6
Малая лесная мышь ( <i>A. uralensis</i> Pall., 1811)	3	3,3	1	1,4	2	1,4	0	0
<b>Всего</b>	<b>91</b>	<b>100</b>	<b>72</b>	<b>100</b>	<b>138</b>	<b>100</b>	<b>130</b>	<b>100</b>

В 2017 г. по сравнению с прошлым годом, не отмечены следующие виды: для зоны техногенной нагрузки – это крошечная бурозубка и восточноевропейская полевка, а для контрольной – водяная полевка и малая лесная мышь. Напротив, в 2017 г. зарегистрированы виды, не встреченные в 2016 г.: на контрольном участке – это средняя бурозубка, джунгарский хомячок и степная пеструшка, а в зоне техногенной нагрузки – обыкновенная бурозубка.

В сообществах зоны техногенной нагрузки соотношение долей видов мелких млекопитающих неравномерное (табл. 1). В 2016 г. самый высокий показатель доминирования отмечен для узкочерепной полевки (42,8 %) и степной мышовки (26,4 %). На долю остальных видов приходилось 30,8 %. Реже встречались краснощекий суслик, малая и крошечная бурозубки, полевка-экономка и восточноевропейская полевка, доля которых составляла по 1,1 %. В 2017 г. наблюдается незначительное выравнивание структуры доминирования сообществ, за счет увеличения численности тундряной бурозубки и обыкновенной слепушонки, на долю которых приходится по 11,1 %. Как и в прошлом году, самый высокий показатель доминирования отмечен для узкочерепной полевки (29,2 %) и степной мышовки (18,1 %). Единично встречались малая и обыкновенная бурозубки, краснощекий суслик, полевка-экономка, обыкновенная полевка и малая лесная мышь, доля которых составляла по 1,4 %.

При сравнении индексов доминирования мелких млекопитающих техногенных и контрольных зон показано, что доли видов распределены более равномерно в последних. В 2016 г. в контрольной зоне ( $K_k$ ) также, как и в зоне техногенной нагрузки доминировала узкочерепная полевка (45,7 %). Значительную долю занимали бурозубки – тундряная (18,1 %), малая (10,2 %) и обыкновенная (8,7 %). Меньшую долю имели мыши: полевая (2,2 %) и малая лесная (1,4 %) и водяная полевка (0,7 %). В 2017 г., так же, как и в прошлом году доминировала узкочерепная полевка (43,1 %), но в свою очередь увеличилось обилие мыши-малютки, индекс доминирования которой составил 16,2 %. Снизилось обилие у тундряной (12,3 %) и малой бурозубок (7,7 %), а доля обыкновенной бурозубки осталась примерно на том же уровне (8,5 %). Меньшую долю имели полевки: экономка и восточноевропейская (по 2,3 %). Реже встречались джунгарский хомячок (1,5 %), средняя бурозубка (0,8 %) и степная пеструшка (0,8 %), которые прошлом

году не были зарегистрированы на данной территории.

Биотопическое распределение и соотношение показателей численности доминирующего вида – узкочерепной полевки в зоне техногенной нагрузки неравномерное. Узкочерепная полевка лидирует только в типчаково-полынной степи с элементами древесной растительности в буферной зоне алюминиевого завода ( $B_6$ ) и фоновой зоне на западе от него ( $\Phi_9, \Phi_{10}$ ). Реже встречается в полынно-ковыльной степи буферной зоны электролизного завода ( $B_7$ ) и разнотравно-полынной степи с элементами древесной растительности импактной зоны алюминиевого завода ( $I_1, I_2$ ). В других участках отсутствует вовсе. Данные территории подвержены фрагментации местообитаний и их утрата в отдельные годы влияет на динамику и устойчивость видов, в данном случае на выживаемость молодняка узкочерепной полевки. Участки импактной и буферной зон алюминиевого завода отделены друг от друга рядом автомобильных дорог, постройками, отстойниками. Вследствие чего образуются локальные популяции узкочерепной полевки, не имеющие возможности к миграциям и заселению пограничных местообитаний. Происходит снижение численности данного вида не только в импактной зоне алюминиевого завода, но и в импактной и буферной зонах электролизного завода вплоть до ее отсутствия. На контрольной территории ( $K_k$ ) значительных нарушений местообитаний нет, поэтому узкочерепная полевка встречается и доминирует во всех представленных биотопах.

Анализ морфологических различий узкочерепной полевки (таблица 2) из контрольных территорий и зон техногенной нагрузки показал, что на территориях, подверженных влиянию выбросов промышленных предприятий, половозрелые сеголетки имеют меньший вес, достоверно как у самок ( $P < 0,001$ ), так и у самцов ( $P < 0,001$ ), а также меньшую длину тела у самок ( $P < 0,001$ ) и у самцов ( $P < 0,05$ ), хвоста у самок ( $P < 0,001$ ) и у самцов ( $P < 0,05$ ) и ступни у самок ( $P < 0,01$ ) и у самцов ( $P < 0,001$ ), чем на контрольных территориях. Неполовозрелые сеголетки также имеют достоверно меньшую длину тела у самок ( $P < 0,001$ ) и у самцов ( $P < 0,01$ ), кроме того для самцов характерна меньшая длина хвоста ( $P < 0,01$ ) и ступни ( $P < 0,001$ ), а по массе значительных различий нет. У перезимовавших самцов в зоне техногенной нагрузки масса и длина тела больше, чем на контрольных территориях. Возможно, эти данные не достоверны, так как

из-за недостаточной выборки сделать закономерный вывод не представляется возможным. Перезимовавшие самки из зон техногенной нагрузки имеют достоверно меньший вес ( $P<0,01$ ), длину тела ( $P<0,001$ ), хвоста ( $P<0,001$ ) и ступни ( $P<0,01$ ), чем животные с контрольных участков (Карасукского и Бийского).

Известно, что влияние техногенных факторов загрязнения токсикантами и трансформация среды обитания являются одними из значительных среди внешних факторов, влияющих на изменение метаболизма животных. В таких условиях обитания у животных происходит модификация процессов метаболизма, что выражается в изменении некоторых биохимических

параметров организма, в том числе и их морфологической структуры. Могут наблюдаться уменьшения средней длины и массы тела (Катаев, 1984: 92; Мухачева, 1996:22; Лукьянова, 1998: 697).

Таким образом, сравнительный анализ морфометрических признаков показал снижение размерных показателей длины тела и массы узкочерепных полевок на техногенных территориях по сравнению с контрольными. Возможно, это является следствием интенсификации обменных процессов, необходимых для нейтрализации и выведения ингредиентов загрязнения, и значительных энергетических затрат, необходимых для выживания полевок.

**Таблица 2** – Межпопуляционная морфологическая изменчивость узкочерепной полевки техногенной и контрольной территорий

Возраст	Зона (кол-во животных)	Пол	Масса тела	Длина тела	Длина хвоста	Длина ступни
Sen (перезимовавшие)	T (2)	самец	39,98±2,25	117,54±2,16	28,88±3,12	16,13±0,64
	K <sub>к</sub> (24) *		35,16±0,96	116,61±0,68	30,29±0,53	16,64±0,18
	K <sub>б</sub> (13)		-	118,39±1,90	28,12±0,99	16,42±0,26
	T (2)	самка	28,15±0,81	99,75±2,75	24,05±0,85	14,2±0,4
	K <sub>к</sub> (8)		33,46±0,81	116,62±2,11	27,36±0,73	16,21±0,27
	K <sub>б</sub> (6)		-	120,5±1,59	32,08±0,74	15,7±0,22
Ad (сеголетки половозрелые)	T (12)	самец	21,14±1,04	95,47±2,45	25,36±0,82	15,73±0,21
	K <sub>к</sub> (29)		24,52±0,62	103,04±1,52	29,61±0,55	16,59±0,13
	K <sub>б</sub> (19)		-	100,68±1,77	24,92±0,39	15,58±0,17
	T (14)	самка	18,73±1,25	91,63±2,45	25,42±0,72	14,52±0,18
	K <sub>к</sub> (54)		23,94±0,72	102,51±1,16	27,32±0,41	15,49±0,09
	K <sub>б</sub> (21)		-	94,71±1,51	23,90±0,54	14,95±0,13
Subad (сеголетки не половозрелые)	T (27)	самец	14,07±0,76	83,94±1,65	20,69±0,74	14,71±0,21
	K <sub>к</sub> (116)		13,34±0,27	85,48±0,58	23,15±0,24	15,49±0,06
	K <sub>б</sub> (13)		-	95,59±1,15	24,5±0,90	15,28±1,16
	T(13)	самка	12,15±1,42	79,10±3,13	25,27±4,15	14,64±0,21
	K <sub>к</sub> (92)		12,19±0,23	83,94±0,65	22,36±0,25	15,01±0,08
	K <sub>б</sub> (17)		-	91,06±1,27	21,72±0,34	14,94±0,19
Примечание: Т – зона техногенной нагрузки. Контрольная зона: K <sub>к</sub> – Карасукский участок; K <sub>б</sub> – Бийский участок. * Данные по контрольной зоне K <sub>к</sub> взяты из статьи Дупал Т.А. и Абрамова С.А. (Дупал, 2010: 858).						

## Выводы

Исследование населения грызунов и насекомоядных одновременно на двух территориях выявило девять общих видов мелких млекопитающих. В зоне техногенной нагрузки отмечено 15 видов, шесть из которых не встречены в этот период на контрольной территории (Кк). В контрольной зоне (Кк) за два года зарегистрировано 13 видов, из которых средняя бурозубка, водяная полевка, мышь-малютка и полевая мышь не отмечены в зоне техногенной нагрузки. Кроме того, в Павлодарской области нами обнаружен новый вид для региона – восточноевропейская полевка (*Microtus levis* Miller, 1908).

В зоне техногенной нагрузки нарушена структура доминирования, а соотношение долей видов в сообществах мелких млекопитающих

неравномерное. Доминируют узкочерепная полевка и степная мышовка.

Территория техногенной нагрузки подвержена сильной нарушенности и фрагментации ландшафтов, что приводит к исчезновению отдельных местообитаний, образованию локальных популяций и в конечном итоге к снижению численности видов.

Наблюдается закономерное снижение размерных показателей длины тела и веса узкочерепных полевок на техногенных территориях, что является следствием интенсификации обменных процессов и значительных энергетических затрат.

*Работа выполнена при частичной финансовой поддержке РФФИ: гранты № 17-04-00269, № 16-04-00301.*

## Литература

- Holland R. Air pollution as affecting plant life // Manchester and Salford Noxious Vapours Abatement Association Lectures on Air Pollution. – Manchester. – 1888. – P. 111-125.
- Haselhoff E., Lindau G. Die Beschädigung der Vegetation durch Rauch. Handbuch zur Erkennung und Beurteilung von Rauchschäden. – Leipzig: Gebrüder Borntraeger. – 1903. – 412 p.
- Stoklasa J. Die Beschädigung der Vegetation durch Rauchgase und Fabriksexhalationen. – Berlin, Vienna: Urban und Schwarzenberg. – 1923. – XXIV. – 487 p.
- Freedman B. Environmental ecology. The impacts of pollution and other stresses on ecosystem structure and function. – San Diego: Acad. Press. – 1989. – 424 p.
- Woodwell G.M. Effects of pollution on structure and physiology of ecosystems // Science. – 1970. – Vol. 168, No 3930. – P. 429-433.
- Smith W.H. Air pollution and forests. Interactions between air contaminants and forest ecosystems. N.Y. et al.: Springer Verlag. – 1981. 378 p.
- Odum E.P. Trends expected in stressed ecosystems // Bioscience. – 1985. – Vol. 35, No 7. – P. 419-422.
- Rapport D.J., Whitford W.G. How ecosystems respond to stress – Common properties of arid and aquatic systems // Bioscience. – 1999. – Vol. 49, No 3. – P. 193-203.
- Hanski I. The Shrinking World: Ecological Consequences of Habitat Loss. – Oldendorf/Luhe, Germany: International Ecology Institute. – 2005. – 307 p.
- Земляной А.А. Влияние техногенного загрязнения на некоторые морфофизиологические индикаторы мелких млекопитающих // Материалы IV Межд. научной конф. «Биоразнообразие и роль животных в экосистемах». – Днепропетровск: Изд-во Днепропетровский Национальный университет. – 2007. – С. 484–485.
- Daniel J.O'Brien, Kaneene J.B., and Poppenga R.H. The use of mammals as sentinels for human exposure to toxic contaminants in the environment // Environmental Health Perspectives. – 1993. – Vol. 99. – P. 351-368.
- Guillermo E.-R., Gonzalez-Mille D.J., Ilizaliturri-Hernandez C.A., et al. Effect of mining in biotic communities of villa de la Paz San Luis Potosi, Mexico // BioMed Research International. – 2014. – 13 p. DOI: org/10.1155/2014/65046.
- Rodriguez-Estival J., Smits J.T.G. Small mammals as sentinels of oil sands related contaminants and health effects in north-eastern Alberta, Canada // Ecotoxicology and Environmental Safety. – 2016. – No 124. – P.285-295.
- Cullen P. Biomonitoring and environmental management: Int. Symp. Bionit. State Environ // Environ Monit And Assessment. – 1990. – Vol. 14, No 2-3. – P. 107-114.
- Пудов А.М., Мукашева М.А., Блялев С.А., Пудов И.М., Мукашева Г.Ж. Мышевидные грызуны как биоиндикаторы мониторинга популяций в Каркаралинском государственном национальном природном парке // Вестник КарГУ. Серия «Биология, медицина, география». – 2013. – № 1. – С. 18–23.
- Магда И.Н., Понявкиной А.Г., Лопатина О.Е., Корнелюк А.И., Шаймарданова Р.Т. К оценке состояния индикаторных видов мелких млекопитающих в прибрежных биотопах рек Жетысу // Вестник КазНУ. Серия «Экологическая». – 2014. – №1. – С. 313–319.
- Аталикова А.С. Оценка и биомониторинг негативного воздействия на окружающую среду Темиртауского промышленного комплекса. – Автореф. дис. ... канд. биолог. наук. – Алматы: CopyLand. – 2009. – 20 с.

- 18 Воробейчик Е. Л., Козлов М. В. Воздействие точечных источников эмиссии поллютантов на наземные экосистемы: методология исследований, экспериментальные схемы, распространенные ошибки // *Экология*. – 2012. – № 2. – С. 83–91.
- 19 Ибрагимов А.Т., Будон С.В. Развитие технологии производства глинозема из бокситов Казахстана. – Павлодар: ТОО «Дом печати». – 2010. – 299 с.
- 20 Панин М.С., Гельдымамедова Э.А. Эколого-геохимическая характеристика почв г. Павлодара Республики Казахстан // *Вестник Томского государственного университета*. – 2006. – № 292. – С. 171–177.
- 21 Ибрагимов А.Т., Пак Р.В. Электрометаллургия алюминия. Казахстанский электролизный завод. – Павлодар, ТОО «Дом печати». – 2009. – 261 с.
- 22 Мухачева С.В. Особенности питания рыжей полевки (*Clethrionomys glareolus*, Shreber, 1780) в условиях техногенного загрязнения среды обитания // *Сибирский экологический журнал*. – 2005. – № 3. – С. 523–533.
- 23 Литвинов Ю.Н. и др. Сообщества и популяции животных: морфологический и экологический анализ (Труды института систематики и экологии животных СО РАН, вып. 46). – Новосибирск-Москва: Товарищество научных изданий КМК. – 2010. – 556 с.
- 24 Павлинов И.Я. Наземные звери России // *Справочник-определитель*. – М., 2002. – С. 25–214.
- 25 Дупал Т.А., Сергазинова З.М., Ержанов Н.Т., Литвинов Ю.Н. Предварительный анализ изменений структуры сообществ мелких млекопитающих под влиянием промышленных загрязнений в условиях Северного Казахстана // *Сибирский экологический журнал* – 2017. – Т. 24, № 6. – С. 789–797. DOI 10.15372/SEJ 201706010
- 26 Плохинский Н.А. Биометрия. – Новосибирск: изд-во СО АН СССР. – 1961. – 364 с.
- 27 Катаев Г.Д. Мелкие млекопитающие – индикаторы антропогенного воздействия в условиях Кольского Севера // *Влияние промышленных предприятий на окружающую среду*. – Пушино: Наука. – 1984. – С. 90–93.
- 28 Мухачева С.В. Экотоксикологические особенности и структура населения мелких млекопитающих в градиенте техногенного загрязнения среды: автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Екатеринбург: ИЭРиЖ УрО РАН. – 1996. – 22 с.
- 29 Лукьянова Л.Е., Лукьянов О.А. Реакция сообществ и популяций мелких млекопитающих на техногенные воздействия. II. Популяции (Рыжая полевка как модель) // *Успехи современной биологии*. – 1998. – Т. 118, вып. 6. – С. 693–706.
- 30 Wilson D.E., Reeder D.M. (editors). *Mammal Species of the World. A Taxonomic and Geographic Reference* (3rd ed), Johns Hopkins University Press. 2,142. [Электрон. ресурс] – 2005. – URL: <http://www.departments.bucknell.edu> (дата обращения: 20.11.2017).
- 31 Дупал Т.А., Абрамов С.А. Внутривидовая морфологическая изменчивость узкочерепной полевки (*Microtus gregalis*, Rodentia, Arvicolinae) // *Зоологический журнал*. – 2010. – Т.89, №7. – С. 850–861.

#### References

- 1 Cullen P. (1990) Biomonitoring and environmental management: Int. Symp. Bionit. State Environ. Environ Monit And Assessment, 14, no 2-3, pp. 107-114.
- 2 Daniel J.O'Brien, Kaneene J.B., Poppenga R.H. (1993) The use of mammals as sentinels for human exposure to toxic contaminants in the environment. *Environmental Health Perspectives*, vol. 99, pp. 351-368.
- 3 Freedman B. (1989) *Environmental ecology. The impacts of pollution and other stresses on ecosystem structure and function*. San Diego: Acad. Press, 424 p.
- 4 Guillermo Espinosa-Reyes, Gonzalez-Mille D.J., Ilizaliturri-Hernandez C.A., et al (2014) Effect of mining in biotic communities of villa de la Paz San Luis Potosi, Mexico. *BioMed Research International*, 13 p. DOI: [org/10.1155/2014/65046](https://doi.org/10.1155/2014/65046).
- 5 Haselhoff E., Lindau G. (1903) *Die Beschädigung der Vegetation durch Rauch. Handbuch zur Erkennung und Beurteilung von Rauchschäden* [The damage of the vegetation by smoke. Manual for the detection and assessment of smoke damage]. Leipzig: Gebrüder Borntraeger, 412 p.
- 6 Holland R. (1888) *Air pollution as affecting plant life*. Manchester and Salford Noxious Vapours Abatement Association Lectures on Air Pollution. Manchester, pp. 111-125.
- 7 Hanski I. (2005) *The Shrinking World: Ecological Consequences of Habitat Loss*. Oldendorf/Luhe. Germany International Ecology Institute, 307 p.
- 8 Odum E.P. (1985) Trends expected in stressed ecosystems. *Bioscience*, vol. 35, no 7, pp. 419-422.
- 9 Rapport D.J., Whitford W.G. (1999) How ecosystems respond to stress – Common properties of arid and aquatic systems. *Bioscience*, vol. 49, no 3, pp. 193-203.
- 10 Rodriguez-Estival Jaime, Smits Judit T.G. (2016) Small mammals as sentinels of oil sands related contaminants and health effects in northeastern Alberta, Canada. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, no 124, pp. 285-295.
- 11 Smith W.H. (1981) *Air pollution and forests. Interactions between air contaminants and forest ecosystems*. N.Y. et al.: Springer Verlag. – 378 p.
- 12 Stoklasa J. (1923) *Die Beschädigung der Vegetation durch Rauchgase und Fabriksexhalationen* [The damage of vegetation by fumes and factory exhalations]. Berlin, Vienna: Urban und Schwarzenberg, XXIV. – 487 p.
- 13 Wilson D.E., Reeder D.M. (2005) *Mammal Species of the World. A Taxonomic and Geographic Reference* (3rd ed), Johns Hopkins University Press. 2,142. URL: <http://www.departments.bucknell.edu>
- 14 Woodwell G.M. (1970) Effects of pollution on structure and physiology of ecosystems. *Science*, vol. 168, no 3930, pp. 429-433.
- 15 Atalikova A.S. (2009) *Otsenka i biomonitoring negativnogo vozdeistviia na okruzhaiushchuiu sredu Temirtauskogo promyshlennogo kompleksa* [Assessment and biomonitoring of the negative impact on the environment of the Temirtau industrial complex]. Avtoref. dis. ... kand. biolog. nauk., Almaty, CopyLand, 20 p.

16 Vorobeichik E.L., Kozlov M.V. (2012) Vozdeistvie tochechnykh istochnikov emissii polliutantov na nazemnye ekosistemy: metodologiya issledovaniia, eksperimental'nye skhemy, rasprostranennye oshibki [The impact of point sources of pollutant emissions on terrestrial ecosystems: research methodology, experimental schemes, common mistakes]. *Ekologiya*, no 2. pp. 83-91.

17 Dupal T.A., Abramov S.A. (2010) Vnutripopulatsionnaia morfologicheskaiia izmenchivost' uzkochechnoi polevki (*Microtus gregalis*, Rodentia, Arvicolinae) [Intrapopulation morphological variability of the narrow-skulled vole (*Microtus gregalis*, Rodentia, Arvicolinae)]. *Zoologicheskii zhurnal*, T.89, no 7, pp. 850-861.

18 Dupal T.A., Sergazinova Z.M., Erzhanov N.T., Litvinov Yu.N. (2017) Preliminary Assessment of Changes in the Structure of Small Mammal Communities Caused by Industrial Pollution in the North Kazakhstan Region, *Contemporary Problems of Ecology*, no 6, pp. 700-706. DOI 10.15372/ SEJ201706010.

19 Zemlianoi A.A. (2007) Vliianie tekhnogenogo zagriazneniia na nekotorye morfofiziologicheskie indikatory melkikh mlekopitaiushchikh [Influence of technogenic pollution on some morphophysiological indicators of small mammals]. *Materiialy IV Mezhd. nauchnoi konf. «Bioraznoobrazie i rol' zhivotnykh v ekosistemakh»*. Dnepropetrovsk: Dnepropetrovsk National University, pp. 484-485.

20 Ibragimov A.T., Budon S.V. (2010) Razvitie tekhnologii proizvodstva glinozema iz boksitov Kazakhstana [Development of alumina production technology from bauxite in Kazakhstan]. Pavlodar: TOO «Dom pečhati», 299 p.

21 Ibragimov A.T., Pak R.V. (2009) Elektrometallurgiiia aliuminiia. Kazakhstanskii elektroiliznyi zavod [Electrometallurgy of aluminum. Kazakhstan electrolysis plant]. Pavlodar: TOO «Dom pečhati», 261 p.

22 Kataev G.D. (1984) Melkie mlekopitaiushchie – indikatory antropogenogo vozdeistviia v usloviakh Kol'skogo Severa. Vliianie promyshlennykh predpriatii na okruzhaiushchuiu srediu [Small mammals - indicators of anthropogenic impact in the conditions of the Kola North, Influence of industrial enterprises on the environment]. Pushchino: Nauka, pp. 90-93.

23 Animal communities and populations: morphological and ecological analysis. Litvinov Yu.N. editors. In: *Trudy instituta sistematiki i ekologii zhivotnykh SO RAN, Novosibirsk-Moskva: Tovarišchestvo nauchnykh izdaniia KMK*, vol. 46, 256 p.

24 Luk'ianova L.E., Luk'ianov O.A. (1998) Reaktsiia soobshchestv i populatsii melkikh mlekopitaiushchikh na tekhnogennoye vozdeistviia. II. Populatsii (Ryzhaia polevka kak model') [The reaction of communities and populations of small mammals to man-caused impacts. II. Populations (Red vole as a model)]. *Uspekhi sovremennoi biologii*, T. 118, vol. 6, pp. 693-706.

25 Magda I.N., Poniavkinoi A.G., Lopatina O.E., Korneliuk A.I., Shaimardanova R.T. (2014) K otsenke sostoiianiia indikatorynykh vidov melkikh mlekopitaiushchikh v pribrezhnykh biotopakh rek Zhetysu. [To an assessment of the status of indicator species of small mammals in the coastal biotopes of the Zhetysu rivers]. *Vestnik KazNU, Seriiia «Ekologicheskaiia»*, no 1, pp. 313-319.

26 Mukhacheva S.V. (2005) Osobennosti pitaniia ryzhei polevki (*Clethrionomys glareolus*, Shreber, 1780) v usloviakh tekhnogenogo zagriazneniia sredei obitaniia [Features feeding red voles (*Clethrionomys glareolus*, Shreber, 1780) in conditions of technogenic pollution of habitat]. *Sibirskii ekologicheskii zhurnal*, no 3, pp. 523-533.

27 Mukhacheva S.V. (1996) Ekotoksikologicheskie osobennosti i struktura naseleniia melkikh mlekopitaiushchikh v gradiente tekhnogenogo zagriazneniia sredei [Ecotoxicological features and structure of the population of small mammals in the gradient of technogenic pollution of the environment]. *Avtoref. dis. ... kand. biolog. nauk.*, Ekaterinburg, 22 p.

28 Pavlinov I.Ya. (2002) Nazemnye zveri Rossii. Spravochnik-opredelitel' [Terrestrial beasts of Russia, Reference guide]. Moscow, 304 p.

29 Panin M.S., Gel'dymamedova E.A. (2006) Ekologo-geokhimicheskaiia kharakteristika pochv g. Pavlodara Respubliki Kazakhstan [Ecological and geochemical characteristics of soils in Pavlodar, Republic of Kazakhstan]. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta*, no 292, pp. 171-177.

30 Plokhinskii N.A. (1961) Biometriia [Biometrics]. Novosibirsk: SO AN USSR, 364 p.

31 Pudov A.M., Mukasheva M.A., Blialev S.A., Pudov I.M., Mukasheva G.Zh. (2013) Myshevidnye gryzuny kak bioindikatory monitoringa populatsii v Karkaralinskom gosudarstvennom natsional'nom prirodnom parke [Mouse rodents as bioindicators of population monitoring in the Karkaralinsky national natural park]. *Vestnik KarGU. Seriiia «Biologiiia, meditsina, geografiia»*, no 1, pp. 18-23.