

А.Н. Заканова<sup>1\*</sup>, Н.Т. Ержанов<sup>1</sup>, Ю.Н. Литвинов<sup>2</sup>, З.М. Сергазинова<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Торайгыров Университет, Павлодар, Казахстан;

<sup>2</sup>Институт систематики и экологии животных СО РАН, Новосибирск, Россия

\*Автор для корреспонденции: [assel.biology@gmail.com](mailto:assel.biology@gmail.com)

## Оценка эффективности относительных методов учета микромаммалий в условиях техногенной нагрузки Северного Казахстана

Методы учета численности подразделяются на абсолютные и относительные. В статье приведена сравнительная оценка относительных методов лова мелких млекопитающих. Собрана теоретическая и практическая информация о методах учета при помощи давилок и ловчих канавок. Авторами представлены методологические аспекты использования ловушек Геро и ловчих цилиндров и сравнительная оценка результатов применения двух способов учета в условиях резко континентального климата и степного ареала обитаний микромаммалий. Даны рекомендации по использованию относительных методов учета наземных хордовых животных. Исследование продолжалось на протяжении 2020–2021 гг. на территории Павлодарской области в районах с повышенной техногенной нагрузкой и территории, расположенной в 100 км от ближайших городов и заводов. При использовании метода ловчих канавок наблюдается широкое разнообразие пойманных видов и их большее количество по сравнению с выловленными методом давилок. Рассмотрены временные характеристики использования методов учета: пик показателей наблюдается в весенне-летний период, а именно с мая по август в обоих способах учета численности млекопитающих. Биотопы, расположенные вдали от крупных населенных пунктов, обладают более высоким видовым разнообразием, по сравнению с ареалом обитания близ промышленных заводов. На территории Павлодарской области установлено преимущество использования метода ловчих канавок по сравнению с методом давилок при учете численности мелких млекопитающих.

*Ключевые слова:* метод учета, ловушко-линии, давилки, ловушки Геро, ловчие канавки, мелкие млекопитающие, техногенная нагрузка, видовой состав.

### Введение

Определение уровня численности млекопитающих может свидетельствовать об экологическом состоянии ареала обитания данных животных. Микромаммалии имеют важное значение в переносе вещества и энергии на последующие трофические уровни [1]. В Павлодарской области и в Северном Казахстане, в целом, распространены зверьки, ведущие преимущественно наземный образ жизни, например *Microtus gregalis*, *Sicista subtilis*, *Phodopus sungorus* [2]. Важным аспектом исследования является возможность отследить численность данных мелких млекопитающих при помощи разных методов лова.

Группа млекопитающих небольшого размера представляет особый интерес в экологических исследованиях, так как обладает более высоким обменом веществ, чем средние или крупные маммалии. Это объясняет высокую требовательность к качеству среды обитания мелких млекопитающих. Высокое видовое разнообразие будет свидетельствовать о стабильности и экологической благополучности исследуемой территории [3]. Поэтому учет мелких животных крайне важен на участках, подверженных антропогенной нагрузке.

Павлодарская область, расположенная на северо-востоке Казахстана, имеет большое значение в тяжелой промышленности республики, что приводит к повышенному загрязнению почвы и атмосферного воздуха. Согласно данным М.М. Гроза, А.В. Ермиенко, в Павлодарской области выбрасываются в атмосферу окись углерода, азота, хлора, токсические вещества, содержащиеся в автомобильных выхлопах, пыль [4]. По данным Казгидромета, с 2000 по 2005 гг. по каждому из веществ наблюдается превышение предельно-допустимой нормы до 5 раз [4]. В последнее время наблюдается преобразование растительных сообществ вследствие антропогенной нагрузки [5], и, как результат, на участках вблизи заводов присутствует эрозия и деструктуризация почвенного покрова [6]. Поэтому мониторинг экологического состояния территорий, находящихся вблизи промышленных территорий, является необходимым, так как мелкие млекопитающие выступают в качестве универсальных биоиндикаторов [3].

До настоящего времени в литературе отсутствует исчерпывающая информация об относительных методах учета, применимых в климатических условиях Северного Казахстана в разрезе антропогенного влияния.

Цель исследования — оценить, какие относительные методы учета мелких млекопитающих являются наиболее эффективными в условиях техногенной нагрузки на территории Северного Казахстана (на примере Павлодарской области).

#### *Материалы и методы*

Павлодарская область представлена равнинами на северо-востоке, с самыми высокими точками до 100–150 м над уровнем моря. Имеются водные резервуары, представленные озерными котлованами, небольшими холмами и гривами. Казахстанский мелкосопочник образует юго-западную часть, поднимающуюся над уровнем моря от 200 до 350 м. На территории области протекает крупная река Иртыш, имеются соленые и пресные озера, расположенные преимущественно в пойме реки. Зима в Павлодарской области холодная, до  $-48\text{ }^{\circ}\text{C}$  мороза. Одним из самых морозных месяцев является январь, средняя температура равна  $-13\text{...}-19\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Июль обычно жаркий, засушливый, среднесуточная температура составляет около  $+20\text{ }^{\circ}\text{C}$  тепла. Средняя относительная влажность воздуха равна 72–73 %. Преобладают ветра со средней скоростью 4–5 м/с [7].

В условиях климатического и географического расположения Северного Казахстана среди всех методов относительного учета мелких млекопитающих наибольшее распространение получили следующие: метод учета давилок с использованием ловушек Геро (или Snaptraps) и метод ловчих канавок, или в некоторых источниках встречается понятие ловчих цилиндров и конусов. Метод ловушко-линий чаще используется в ареалах с преобладанием разных видов мышей, например рыжих и узкочерепных полевков, джунгарских хомячков. Метод ловчих цилиндров или конусов целесообразен при учете млекопитающих, которые изредка устраивают норы, обычно это мелкие млекопитающие, такие как представители рода Мышовки и семейства Землероек.

При использовании учетных линий ловушек, выстраиваются учетные линии при помощи давилок численностью, кратной 25 (например, 25, 50, 100). Давилки располагаются на расстоянии не более 1 м от направления линии. В пределах каждого биотопа, в нашем случае района, подверженному антропогенному загрязнению, линии ловушек располагают на расстоянии не меньше чем 150–200 м друг от друга. Чем ниже численность, тем больше необходимо учетных линий в биотопе, с целью попадания большего количества млекопитающих. Учетные линии охватывают от 2 % изучаемой территории. Размер плашки ловушки зависит от размера животного. В условиях резко-континентального климата удобней использовать ловушки, изготовленные из деревянной или дюралеевой основы. Для мелких млекопитающих, распространенных в антропогенной зоне Павлодарской области, подходят давилки размером  $6\times 13$  см. Ловушки снабжаются приманкой — корочка хлеба, кусочек пенопласта или поролон, смоченные нерафинированным растительным маслом.

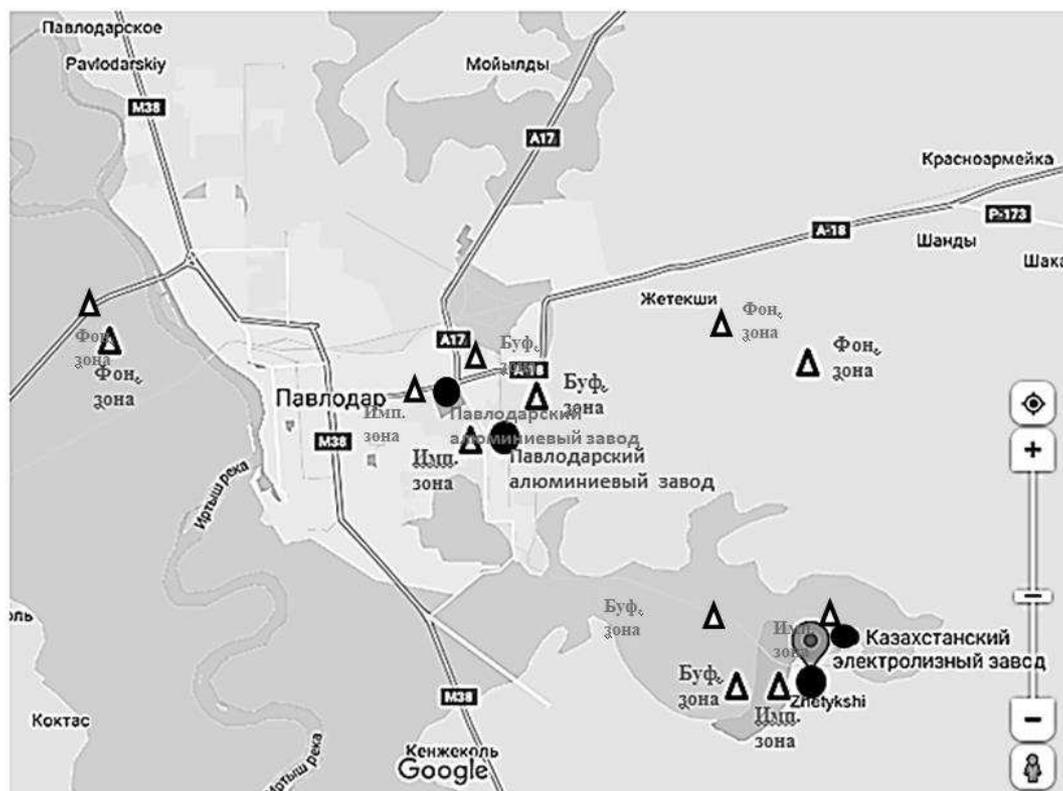
Единицей учета выступает линия ловушек, расположенных с интервалом 5 м. В условиях Павлодарской области возможно использование линий свыше 25 ловушек. Давилки выставляются в биотоп во второй половине дня и проверяются рано утром. Чем раньше произойдет сбор животных, тем больше шансов провести более достоверное исследование.

Однако в Северном Казахстане часты осадки и затяжные сильные дожди. Осадки затрудняют использование давилок. Приманка может намокать и срываться с крючка, а при попадании крупных капель воды на трапик ловушки срабатывает спусковой механизм. Поэтому наиболее целесообразным является для ловли и учета мелких млекопитающих в районах Павлодарской области ловчие канавки с цилиндрами. Впервые методику учета цилиндрами Деливрон и данный способ использовала Е.М. Снегиревская на территории Башкирского заповедника [8]. Позднее методика использовалась и дорабатывалась такими исследователями, как Попов и Наумов [9, 10].

При применении метода ловчих канавок для учета и ловли мелких млекопитающих выкапывают траншею размером в длину 50 м, одинаковой глубиной и шириной по 25 см. Для каждой канавки понадобится 5 конусов. Диаметр равен ширине траншеи — 25 см. Первый цилиндр или конус располагается в 5 м от начала и конца траншеи и в 10 м друг от друга. Края цилиндров должны плотно соприкасаться с землей и не выступать от поверхности дна траншеи. Если животных планируется выпускать, то на дне цилиндров лучше всего пробивать отверстия для стока воды, так как в летний период в Павлодарской области часты осадки.

Учетные линии располагались близ крупных промышленных заводов Павлодара: Казахстанский электролизный завод (КЭЗ) и Павлодарский алюминиевый завод (ПАЗ). Ближе к городу находится ПАЗ: 2 км от города к востоку, электролизный завод находится на удалении 12 км от населенного пункта на юго-восток. Исследование проводили с 2020 по 2021 гг., полевые работы заняли весенне-летний период. Согласно С.В. Мухачевой, Ю.А. Давыдовой (2016), зоны были поделены на импактную (0,5–3 км от источника техногенной нагрузки), буферную (3–5 км от источника техногенной нагрузки), фоновую (20–25 км от источника техногенной нагрузки) [11].

На каждой из трех зон выставлялись по две учетных линий с давилками (ИД1, ИД2, ИЛ1, ИЛ2, БД1, БД2, БЛ1, БЛ2, ФД1, ФД2, ФЛ1, ФЛ2) и выкапывались по две ловчие канавки с цилиндрами (см. рис.). Таким образом, в техногенной зоне располагались 6 учетных линий с давилками и 6 ловчих канавок.



Имп. зона — импактная зона; Буф. зона — буферная зона; Фон. зона — фоновая зона

Рисунок. Расположение участков отловов мелких млекопитающих на территории Павлодарской области

На всех трех группах участков наблюдалось выравнивание видовых характеристик степного растительного царства: люцерна серповидная *Medicago falcata*, овсяница бороздчатая *Festuca valesiaca*, полынь австрийская *Artemisia austriaca*, песчаная полынь *Artemisia arenaria*, рогач песчаный *Ceratocarpus arenarius*, рыжик посевной *Camelina sativa*, липучка колючеплодная *Lappula spinocarpos*, ковыль-волосатик *Stipa capillata*, лапчатка песчаная *Potentilla arenaria*, скерда кровельная *Crepis tectorum*, астрагал яичкоплодный *Astragalus testiculatus* [12]. Это свидетельствует об однородности питания млекопитающих — консументов первого порядка на всех трех участках.

За весенне-летний период 2021 г. рядом с источниками эмиссии было освоено 1200 конусо-суток (40 дней×6 канавок×5 конусов) и 6000 давилко-суток (40 дней×6 линий×25 давилок). В контрольной зоне было проработано 200 конусо-суток и 1000 давилко-суток. Всего было отловлено 173 особи млекопитающих.

#### Результаты и обсуждение

По мере приближения к заводам биотопы характеризуются уменьшением древесной растительности, начинают преобладать кустарниковые формы, которые постепенно сменяются травами. Все это

сказывается на численности мелких млекопитающих, проживающих на техногенных территориях. Суммарное обилие исследуемых животных ниже фонового в 2 раза. Сравнительный анализ количества животных отражено в таблице.

Т а б л и ц а

**Количество, пойманных животных на трех зонах, в зависимости от удаленности от промышленной нагрузки (перерасчет на 100 давилко-суток и 100 конусо-суток)**

Место отлова	Количество пойманных животных при помощи ловчих канавок	Количество пойманных животных при помощи давилок
Импактная зона (ИЛ1, ИЛ2, ИД1, ИД2)	3,25 жив. /100 кон.-сут.	0/100 дав.-сут.
Буферная зона (БЛ1, БЛ2, БД1, БД2)	4,75 жив. /100 кон.-сут.	0,1 жив. /100 дав.-сут.
Фоновая зона (ФЛ1, ФЛ2, ФД1, ФД2)	7,25 жив. /100 кон.-сут.	0,2 жив. /100 дав.-сут.
Контрольная зона (КД, КЛ)	12,75 жив. /100 кон.-сут.	2,75 /100 дав.-сут.

Всего в техногенной зоне было выловлено 67 животных и 106 в контрольной зоне при помощи ловчих канавок и давилок. В разрезе способа учета и лова микромаммалий более эффективным на всех участках техногенной зоны является метод ловчих канавок. В контрольном биотопе немного более эффективным оказался метод давилок при помощи ловушек Геро. В импактной зоне метод давилок оказался неэффективным, так как не было выловлено ни одно животное. На этом же участке метод канавок показал более высокую результативность: было стравлено 13 грызунов (*Rodentia*) и насекомоядных (*Insectivora*). В буферной зоне было отловлено 2 животных при помощи ловушек Геро и 19 микромаммалий при помощи канавок. На фоновом участке разрыв между методами учета был максимальным: 29 особей при помощи ловчих конусов и 4 особи при помощи давилок.

Показателем обилия служит количество особей на 100 давилко-суток и конусо-суток. Всего на всех участках было выловлено 112 животных при помощи ловчих канавок. В пересчете на 100 конусо-суток — 9,3 особи. В контрольной зоне этот показатель равен 1 животному на 100 давилко-суток.

Сравнивая количественный улов по месяцам, было сделано заключение, что наиболее эффективным месяцем для ловли микромаммалий является июль. До 50 % годового улова животных пришлось именно на этот месяц. Следующими по продуктивности учета являются июнь и август, минимальное число особей отловили в мае и сентябре.

Следует отметить, что в техногенной зоне доминировали два вида грызунов (*Rodentia*): узкочерепная полевка (*Microtus gregalis*, Pallas) и степная мышовка (*Sicista subtilis* Pallas, 1773). Это обусловлено высокими адаптивными способностями и экологической гибкостью данных видов. В контрольной зоне преобладали насекомоядные (*Insectivora*). Повсеместно встречались обыкновенная бурозубка (*Sorex araneus* L., 1758), малая бурозубка (*S. minutus* L., 1766) и тундрная бурозубка (*S. tundrensis* Merriam, 1900). Данное явление объясняется наличием разнообразных мест обитания для насекомоядных животных вдали от антропогенной нагрузки, более широкой кормовой базой по сравнению с импактными зонами. Преобладание консументов более высокого порядка на контрольных территориях может говорить о преобладании климаксного сообщества вдали от техногенных зон.

Мелкие млекопитающие, такие как узкочерепная полевка, степная мышовка, джунгарский хомячок, повсеместно встречаются на урбанистических районах Павлодарской области. Имеется корреляционная зависимость между техногенной нагрузкой на исследуемой территории и количественными характеристиками видов разных популяций мелких млекопитающих. Наблюдалось уменьшение видового состава по мере приближения к источнику эмиссии. Присутствует доминирование одного или двух видов рядом с крупным промышленным предприятием. Видовое разнообразие постепенно восстанавливается по мере отдаленности от заводов. На состав и структуру доминирования того или иного вида, помимо техногенной нагрузки, влияют и ландшафтно-географические особенности местности, что снижает видовую выровненность.

#### Заключение

Проведя полевые работы по лову и учету мелких млекопитающих в техногенной зоне Северного Казахстана, было выдвинуто несколько выводов. Если учитывать суммарное количество пойманных животных при помощи давилок или канавок, то более эффективным является метод ловчих канавок. На пересчет 100 конусо-суток показатель обилия оказался выше в 9 раз, чем при использовании давилок на 100 давилко-суток. Однако для получения более полной картины видового состава в

техногенной зоне наиболее эффективным является использование обоих методов учета. Согласно Н.А. Щипанову, Ю.Н. Литвинову, Б.И. Шефтель, метод учета землероек при помощи давилок неэффективен, так как они плохо попадают в ловушки, и результат не предоставляет полноту картины численности животных в ареале обитания [3]. В исследовании было выловлено небольшое количество бурозубок (*Sorex*) при помощи ловчих канавок на техногенных участках и на контрольных зонах при помощи давилок и конусов. Это говорит о том, что в биотопах с меньшим количеством насекомоядных более результативно будет сочетать два способа учета. Что касается оценки видового состава и численности грызунов, то практически использовать оба средства учета мелких млекопитающих.

Таким образом, наиболее полноценные результаты по учету микромаммалий в техногенной зоне можно получить при использовании ловчих канавок. Однако ловчие канавки имеют ряд недостатков, наибольшим из которых является трудоемкость и кропотливость подготовки к исследованию.

### Список литературы

- 1 Churchfield S. The natural history of shrews / S. Churchfield. — New York: Ithica, 1990. — 150 p.
- 2 Сергазинова З.М. Воздействие выбросов алюминиевого производства в Северном Казахстане на видовую структуру и характер накопления фтора у мелких млекопитающих / З.М. Сергазинова, Т.А. Дупал, Ю.А. Литвинов, Н.Т. Ержанов // Принципы экологии. — Петрозаводск, 2018. — С. 60–74.
- 3 Щипанов Н.А. Экспресс-метод оценки локального биологического разнообразия сообщества мелких млекопитающих / Н.А. Щипанов, Ю.Н. Литвинов, Б.И. Шефтель // Сиб. эколог. журн. — 2008. — № 5. — С. 783–791.
- 4 Гроза М.М. Экологические проблемы Павлодарской области / М.М. Гроза, А.В. Ермиенко // Наука и техника Казахстана. Сер. Естеств. науки. — 2005. — № 2. — С. 7–14.
- 5 Леонова Ю.М. Антропогенная трансформация растительности в зоне влияния промышленных объектов Павлодарской области: автореф. дис. ... канд. биол. наук / Ю.М. Леонова. — Алматы, 2010. — 26 с.
- 6 Ермиенко А.В. Влияние деятельности электролизного завода на экологическую обстановку Павлодарского района (Республика Казахстан): автореф. дис. ... канд. биол. наук / А.В. Ермиенко. — Омск, 2010. — 18 с.
- 7 Агроклиматические ресурсы Павлодарской области: науч.-прикл. справоч. — Астана, 2017. — 127 с.
- 8 Снегиревская Е.М. Грызуны Башкирского заповедника / Е.М. Снегиревская // Тр. Башкир. гос. заповед. — 1939. — Вып. 1. — С. 29–132.
- 9 Попов В.А. Млекопитающие Волжско-Камского края. Насекомоядные, грызуны, рукокрылые / В.А. Попов. — Казань, 1960. — 468 с.
- 10 Наумов Н.П. Изучение подвижности и численности мелких млекопитающих с помощью ловчих канавок / Н.П. Наумов // Вопросы краевой, общей и экспериментальной паразитологии и медицинской зоологии. — 1955. — Т. 9. — С. 135–160.
- 11 Мухачева С.В. Население мелких млекопитающих импактных территорий: важность учета ландшафтно-экологического разнообразия / С.В. Мухачева, Ю.А. Давыдова // Принципы экологии. — 2016. — Т. 5, № 3. — С. 103.
- 12 Дупал Т.А. Предварительный анализ изменений структуры сообществ мелких млекопитающих под влиянием промышленных загрязнений в условиях Северного Казахстана / Т.А. Дупал, З.М. Сергазинова, Н.Т. Ержанов, Ю.Н. Литвинов // Сиб. эколог. журн. — 2017. — № 6. — С. 789–797.

А.Н. Заканова, Н.Т. Ержанов, Ю.Н. Литвинов, З.М. Сергазинова

## Техногенді жүктеме жағдайында ұсақ сүт қоректілерді есепке алудың салыстырмалы әдістерінің тиімділігін бағалау

Сандарды есепке алу әдістері абсолютті және салыстырмалы болып бөлінеді. Мақалада ұсақ сүт қоректілерді аулаудың салыстырмалы әдістерінің тиімділігінің бағалауы берілген. Аң аулау мен ілмек түріндегі тұзақ құру әдістерінің көмегі есепке алу туралы теориялық және практикалық ақпарат жинақталған. Мақалада Геро тұзақтары мен тұзақ цилиндрлерін қолданудың әдіснамалық аспектілері және күрт континентальды климат пен микромаммалиялардың дала аймағында есепке алудың екі әдісін қолдану нәтижелерінің салыстырмалы бағалауы келтірілген. Жер үсті хордалылар жануарларды есепке алудың салыстырмалы әдістерін қолдану бойынша ұсыныстар айтылған. Зерттеу 2020-2021 жылдар аралығында Павлодар облысының аумағында техногендік жүктемесі жоғары аудандарда және жақын қалалар мен зауыттардан 100 км қашықтықта орналасқан аумақта жүргізілген. Аң аулау әдісін қолданған кезде ұсталған түрлердің алуан түрлілігі және олардың саны ілмек түріндегі тұзақ құру әдісімен салыстырғанда көп. Есепке алу әдістерін қолданудың уақытша сипаттамалары қарастырылған: бақылаудың шегі көктем-жаз мезгілінде байқалған, атап айтқанда мамырдан тамызға дейін сүтқоректілердің санын есепке алудың екі әдісі. Ірі елді мекендерден алыс орналасқан биотоптар

өнеркәсіптік зауыттардың жанындағы тіршілік ету ортасымен салыстырғанда түрлердің алуан түрлілігіне ие. Павлодар облысының аумағында ілмек түріндегі тұзақ құру әдісімен салыстырғанда аң аулау әдістерін пайдаланудың артықшылығы белгіленген.

*Кілт сөздер:* есепке алу әдісі, тұзақ-тізбектер, ілмек түріндегі тұзақ, Геро тұзағы, аң аулау әдістері, ұсак сүтқоректілер, техногендік жүктеме, түрлік құрам.

A.N. Zakanova, N.T. Yerzhanov, Yu.N. Litvinov, Z.M. Sergazinova

## Assessment of the effectiveness of relative accounting methods for micromammals under the conditions of anthropogenic impact of northern Kazakhstan

Accounting methods for the number of organisms are divided into absolute and relative. The article provides a comparative assessment of the relative methods for small mammals catching. There is theoretical and practical information on the method of accounting using crushers and the method of trapping grooves in the article. The article presents the methodological aspects of using Gero traps and trapping cylinders and a comparative assessment of the results of using two methods of accounting in a sharply continental climate and steppe habitat of micromammals. Recommendations are given on the use of relative methods of accounting for terrestrial chordates. The study continued throughout 2020, 2021 on the territory of the Pavlodar region in areas with an increased anthropogenic impact and the territory located 100 km from the nearest cities and factories. When using the trap method, there is a wide variety of species caught and there are more of them compared to the crusher method. The temporal characteristics of the use of accounting methods are considered: the peak of indicators is observed in the spring-summer period, namely from May to August in both methods of accounting for the number of mammals. Biotopes located far from large settlements have higher species diversity in comparison with the habitat near industrial plants. On the territory of the Pavlodar region, the advantage of using the method of trapping grooves was established in comparison with the method of crushers when taking into account small mammals.

*Keywords:* accounting method, trap lines, crushers, Gero traps, trapping grooves, small mammals, anthropogenic impact, species composition.

### References

- 1 Churchfield, S. (1990). *The natural history of shrews*. New York: Ithica.
- 2 Sergazinova, Z.M., Dupal, T.A., Litvinov, Yu.A., & Erzhanov, N.T. (2018). Vozdeistvie vybrosov aluminievogo proizvodstva v Severnom Kazakhstane na vidovuiu strukturu i kharakter nakopleniia flora u melkikh mlekopitaiushchikh [Impact of emissions from aluminum production in Northern Kazakhstan on the species structure and nature of fluoride accumulation in small mammals]. *Printsiipy ekologii — Principles of ecology*. Petrozavodsk [in Russian].
- 3 Shchipanov, N.A., Litvinov Yu.N., & Sheftel, B.I. (2018). Ekspess-metod otsenki lokalnogo biologicheskogo raznoobrazii soobshchestva melkikh mlekopitaiushchikh [Express method for assessing local biological diversity of the community of small mammals]. *Sibirskii ekologicheskii zhurnal — Siberian Ecological Journal*, 5, 783–791 [in Russian].
- 4 Groza, M.M., & Ermienko, A.V. (2005). Ekologicheskie problemy Pavlodarskoi oblasti [Environmental problems of Pavlodar region]. *Nauka i tekhnika Kazakhstana. Seriya Estestvennye nauki — Science and techniques of Kazakhstan. Natural sciences*, 2, 7–14 [in Russian].
- 5 Leonova, Yu.M. (2010). Antropogennaia transformatsiia rastitelnosti v zone vliianiia promyshlennykh ob'ektov Pavlodarskoi oblasti [Anthropogenic transformation of vegetation in the zone of influence of industrial facilities of Pavlodar region]. *Extended abstract of candidate's thesis*. Almaty [in Russian].
- 6 Ermienko, A.V. (2010). Vliianie deiatelnosti elektroliznogo zavoda na ekologicheskuiu obstanovku Pavlodarskogo raiona (Respublika Kazakhstan) [Influence of the electrolysis plant activity on the ecological situation of Pavlodar region (Republic of Kazakhstan)]. *Extended abstract of candidate's thesis*. Omsk [in Russian].
- 7 *Agroklimaticheskie resursy Pavlodarskoi oblasti: nauchno-prikladnoi spravochnik (2017)*. [Agroclimatic resources of Pavlodar region: scientific-practical handbook]. Astana [in Russian].
- 8 Snegirevskaia, E.M. (1939). Gryzuny Bashkirskogo zapovednika [Rodents of the Bashkir Reserve]. *Trudy Bashkirskogo gosudarstvennogo zapovednika — Proceedings of Bashkir State Reserve*, 1, 29–132 [in Russian].
- 9 Popov, V.A. (1960). *Mlekopitaiushchie Volzhsko-Kamskogo kraia. Nasekomoiadnye, gryzuny, rukokrylye [Mammals of the Volga-Kama region. Insectivores, rodents, bats]*. Kazan [in Russian].
- 10 Naumov, N.P. (1955). Izuchenie podvizhnosti i chislennosti melkikh mlekopitaiushchikh s pomoshchiu lovcikh kanavok [Studying the mobility and number of small mammals using trapping grooves]. *Voprosy kraevoi, obshchei i eksperimentalnoi parazitologii i meditsinskoi zoologii — Questions of regional, common and experimental parasitology and medical zoology*, 9, 135–160 [in Russian].

11 Muhacheva, S.V., & Davydova, Yu.A. (2019). Naselenie melkikh mlekopitaiushchikh impaknykh territorii: vazhnost ucheta landshaftno-ekologicheskogo raznoobraziia [The population of small mammals in impact territories: The importance of accounting for landscape-ecological diversity]. *Printsipy ekologii — Principles of ecology*, 5 (3), 103 [in Russian].

12 Dupal, T.A., Sergazinova, Z.M., Erzhanov, N.T., & Litvinov, Yu.N. (2017). Predvaritelnyi analiz izmenenii struktury soobshchestv melkikh mlekopitaiushchikh pod vlianiem promyshlennykh zagriaznenii v usloviakh Severnogo Kazakhstana [Preliminary analysis of changes in the structure of communities of small mammals under the influence of industrial pollution in the conditions of Northern Kazakhstan]. *Sibirskii ekologicheskii zhurnal — Siberian Ecological Journal*, 6, 789–797 [in Russian].