

Н.А. Бижанова^{1,2,3*}, А.Ю. Олейников^{1,4},

С.С. Кантарбаев¹, А.А. Грачев^{1,2}

¹Институт зоологии КН МНВО РК, Алматы, Казахстан

²ОФ Wildlife Without Borders, Алматы, Казахстан

³Группа специалистов по кошачьим, Комиссия по выживанию видов МСОП, Гланд, Швейцария

⁴Группа специалистов по выдрам, Комиссия по выживанию видов МСОП, Гланд, Швейцария

*e-mail: nazerke.bizhanova@zool.kz

МЛЕКОПИТАЮЩИЕ КАЗАХСТАНСКОЙ ЧАСТИ ПРИИРТЫШСКОГО РЕГИОНА: ЭКОСИСТЕМНЫЕ УСЛУГИ, ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ И АНТРОПОГЕННАЯ НАРУШЕННОСТЬ

В данной статье рассмотрены экосистемные услуги и экономическое значение млекопитающих в экосистеме поймы реки Иртыш, а также оценена степень антропогенных нарушений региона. Полевые работы с февраля по октябрь 2023 года включали отслеживание активности млекопитающих и оценку биоразнообразия по 7 профилям двух участков, – Черного Иртыша (ЧИ) и Павлодарского Прииртышья (ПП) на севере и северо-востоке Казахстана. Определено, что 88 видов млекопитающих, обитающих в долине реки Иртыш, предоставляют 246 экосистемных услуг. Наибольшая доля в предоставлении экосистемных услуг приходится на Грызунов (65,4%), как на отряд с наибольшим количеством видов, встречающихся в регионе. Контроль численности вредителей и здоровье популяций животных и человека обеспечиваются по большей части представителями отрядов Хищные и Насекомоядные (37% и 31,5%, соответственно), а плодородие почвы в значительной степени (33%) регулируется Китопарнокопытными. Среди последних в Прииртышском регионе образовалась новая многочисленная популяция сайгака (*Saiga tatarica*). Многие экосистемные услуги предоставляются редкими и охотничьими видами млекопитающих. На основе выполненных расчетов их экономической ценности, определено, что ущерб при потере в единичном количестве охотничьих и редких видов млекопитающих на двух исследуемых участках составила 43 392 445 тенге. Учитывая хозяйственный и туристический потенциал данных видов, вся протяженность поймы р. Иртыш в Казахстане имеет высокую экономическую значимость. В результате проведенного анализа главных компонент (Principal Component Analysis, PCA) и расчета индекса антропогенной нарушенности (Anthropogenic Disturbance Index, ADI), обнаружено, что индекс ADI для профилей ЧИ значительно ниже (1.15 ± 0.1), чем для ПП (1.84 ± 0.17). Профиль 3 в ЧИ имеет наименьшую нарушенность, его можно считать наиболее значимым для сохранения биоразнообразия в регионе. В целом, млекопитающие в пойме реки Иртыш выполняют важные экосистемные услуги и имеют высокое экономическое и экосистемное значение. Наличие антропогенной нарушенности в регионе указывает на необходимость создания стратегий сохранения и рационального использования млекопитающих поймы реки Иртыш, в том числе, для смягчения последствий деградации окружающей среды и деятельности человека.

Ключевые слова: Иртыш, млекопитающие, экосистемные услуги, экономическая ценность, антропогенная нарушенность, сохранение биоразнообразия.

N. Bizhanova^{1,2,3*}, A. Oleynikov^{1,4}, S. Kantarbayev¹, A. Grachev^{1,2}

¹Institute of Zoology of the Republic of Kazakhstan, Almaty, Kazakhstan

²Wildlife Without Borders Public Fund, Almaty, Kazakhstan

³IUCN Species Survival Commission, Cat Specialist Group, Gland, Switzerland

⁴IUCN Species Survival Commission, Otter Specialist Group, Gland, Switzerland

*e-mail: nazerke.bizhanova@zool.kz

Mammals of the kazakh part of Irtysh river region: ecosystem services, economic importance and anthropogenic disturbance

This article examines ecosystem services and economic importance of mammals in the Irtysh River floodplain ecosystem and assesses the degree of anthropogenic disturbances in the region. We conducted field observations from February to October 2023 which included tracking mammal activity and

assessing biodiversity across seven sectors within two areas, the Black Irtysh and the Pavlodar Irtysh in the north and northeast of Kazakhstan. We found that 88 mammalian species inhabiting the Irtysh River valley provide 246 ecosystem services. The greatest contribution to the ecosystem services provided is presented by Rodents (65.4%), as the order with the largest number of species found in the region. Services such as Pest control and The animal and human populations' health are ensured, for the most part, by Carnivores and Insectivores (37% and 31.5%, respectively), while Soil fertility is largely regulated by Cetartiodactyls (33%). Among the latter, a substantial new population of saiga antelope (*Saiga tatarica*) has formed in the Irtysh region. Many ecosystem services are provided by rare and game mammal species. Based on calculations of their economic value, we determined that the damage from the loss of each number of game and rare species of mammals in the two study areas amounted to 43,392,445 tenge. Considering the economic and touristic potential of these species, the entire length of the Irtysh floodplain in Kazakhstan has high economic importance. As a result of the principal component analysis (PCA) and calculation of the anthropogenic disturbance index (ADI), we found that the ADI index for the Black Irtysh sectors is significantly lower (1.15 ± 0.1) than for the Pavlodar Irtysh (1.84 ± 0.17). Sector 3 in Black Irtysh has the least human disturbance and can be considered the most significant for the conservation of biodiversity in the region. In general, mammals in the Irtysh River floodplain provide important ecosystem services and are of high economic and ecosystem importance. The presence of anthropogenic disturbance in the region indicates the need to create strategies for the conservation and rational use of mammals of the Irtysh River floodplain, including mitigating the consequences of environmental degradation and human activities.

Keywords: Irtysh River, mammals, ecosystem services, economic valuation, anthropogenic disturbance, biodiversity conservation.

Н.Ә. Бижанова^{1,2,3*}, А.Ю. Олейников^{1,4}, С.С. Кантарбаев¹, А.А. Грачев^{1,2}

¹ҚР ҒЖБМ ҒК Зоология институты, Алматы, Қазақстан

²Wildlife Without Borders КҚ, Алматы, Қазақстан

³Cat Specialist Group, ХТҚО Түрлердің тірі қалу комиссиясы, Гланд, Швейцария

⁴Otter Specialist Group, ХТҚО Түрлердің тірі қалу комиссиясы, Гланд, Швейцария

*e-mail: nazerke.bizhanova@zool.kz

Қазақстандағы Ертіс өзені өңірінің сүтқоректілері: экожүйелік қызметтер, экономикалық маңызы және антропогендік бұзылуы

Бұл мақалада Ертіс өзені жайылмасының экожүйесіндегі сүтқоректілердің экожүйелік қызметтері және шаруашылық маңызы қарастырылды, сонымен қатар, аймақтағы антропогендік бұзылулардың дәрежесі бағаланды. 2023 жылдың ақпан-қазан айлары аралығындағы дала жұмыстары сүтқоректілердің белсенділігін бақылауды және Қазақстанның солтүстігі мен солтүстік-шығысындағы екі учаскенің – Қара Ертіс және Ақ Ертіс аймағының 7 аймағы бойынша биоәртүрлілікті бағалауды қамтыды. Зерттеу нәтижесінде Ертіс өзенінің аңғарында мекендейтін сүтқоректілердің 88 түрі 246 экожүйелік қызмет атқаратыны анықталды. Экожүйелік қызметтерді атқаруда ең көп үлесті Кеміргіштер (65,4%) қосады, бұл аймақта кездесетін түрлердің ең көп санына байланысты болуы керек. Зиянкестердің санын бақылауды және жануарлар мен адам популяциясының денсаулығын қадағалау бойынша негізгі үлесті Жыртқыштар мен Жәндікқоректілер қамтамасыз етеді (тиісінше 37% және 31,5%), ал топырақ құнарлығы көп мөлшерде Китжүптіяқтылармен (33%) реттеледі. Соңғыларының ішінде Ертіс өңірінде ақбөкеннің (*Saiga tatarica*) жаңа, үлкен популяциясы қалыптасты. Көптеген экожүйе қызметтерін сирек және ауланатын сүтқоректілер атқарады. Олардың экономикалық құндылығын есептеу негізінде екі зерттелетін аумақта ауланатын және сирек кездесетін сүтқоректілердің жекелеп санының жойылуынан келтірілген шығын 43 392 445 теңгені құрайтыны анықталды. Бұл түрлердің жоғары экономикалық әлеуетін ескере отырып, Қазақстандағы Ертіс өзені жайылмасының экономикалық маңызы жоғары екенін дәлелдейді. Негізгі компоненттардың талдауы (Principal Component Analysis, PCA) және антропогендік бұзылулар индексі (Anthropogenic Disturbance Index, ADI) есептеу нәтижесінде Қара Ертіс аймақтары үшін ADI индексі Ақ Ертіске қарағанда айтарлықтай төмен (тиісінше $1,15 \pm 0,1$ vs $1,84 \pm 0,17$) екені анықталды. Қара Ертісегі үшінші аймақ ең аз бұзылуға ие және зерртеу аумағындағы биоәртүрлілікті сақтау үшін ең маңызды деп санауға болады. Жалпы, Ертіс өзенінің жайылмасындағы сүтқоректілер маңызды экожүйе қызметтерін атқарады және олардың экономикалық және экожүйелік маңызы жоғары. Аймақта антропогендік бұзылыстың болуы Ертіс өзенінің жайылмасының сүтқоректілерін сақтау және ұтымды пайдалану, оның ішінде қоршаған ортаның деградациясының және адамның шаруашылық әрекетінің салдарын жеңілдету бойынша стратегияларды құру қажеттілігін көрсетеді.

Түйін сөздер: Ертіс, сүтқоректілер, экожүйелік қызметтер, экономикалық құндылық, антропогендік бұзылуы, биоәртүрлілікті сақтау.

1. Введение

Видовое разнообразие и высокий уровень межвидового взаимодействия в значительной степени влияют на адаптивность и устойчивость компонентов экосистемы к негативным изменениям окружающей среды (например, антропогенное воздействие на местообитания, изменение климата) [1]. Считается, что чем выше биоразнообразие и чем более сложны трофические связи в экосистеме, тем выше ее устойчивость, возможность поглощать нарушения и восстанавливаться после них, сохраняя экологический баланс и стабильность [2, 3]. Экосистемы с более высоким видовым богатством демонстрируют большую устойчивость к инвазивным видам и трансформации окружающей среды, что способствует сохранению и восстановлению аборигенных популяций.

Млекопитающие (Mammalia) играют значительную роль в поддержании и функционировании экосистем, однако, на сегодняшний день, страдают от сокращения площади местообитаний, инвазивных видов [4], а также изменения климата [5]. Снижение численности видов млекопитающих негативно влияет как на общее состояние экосистемы, так и на экосистемные услуги, которые они оказывают. Экосистемные услуги подразумевают разнообразные функции и продукты, обеспечиваемые экосистемами, жизненно важные или полезные для благополучия человека [6]. В социально-экономическом аспекте эти услуги играют существенную роль, поскольку они прямо или косвенно повышают наше социальное благосостояние и качество жизни. Согласно Lacher et al. [7], с экологической точки зрения и в контексте ключевых компонентов здорового функционирования экосистемы, млекопитающие выполняют ряд значимых экосистемных функций. К таким услугам относятся регуляция численности вредителей, дисперсия и запасание семян различных растений, участие в круговороте энергии и питательных веществ, опыление, выполнение роли экосистемных инженеров, а также реализация трофических взаимодействий через хищничество и травоядность.

Многие виды млекопитающих являются ключевыми для экосистем, формируя и изменяя их в зависимости от своих экологических функций [7]. Например, хищные и травоядные млекопитающие влияют на структуру и функционирование экосистемы посредством потребления добычи [8, 9]. Крупные растительноядные млекопитающие (например, сайгак (*Saiga tatarica*

Linnaeus, 1766), лось (*Alces alces* Linnaeus, 1758), кабан (*Sus scrofa* Linnaeus, 1758), сибирская козуля (*Capreolus pygargus* Pallas, 1771)) и хищные (например, волк (*Canis lupus* Linnaeus, 1758), лисица (*Vulpes vulpes* Linnaeus, 1758), выдра (*Lutra lutra* Linnaeus, 1758)) могут оказывать значительное влияние на первичных продуцентов в наземных и водных биотопах посредством круговорота питательных веществ, потоков энергии и воздействия на процессы «снизу вверх» и «сверху вниз». Мелкие млекопитающие, такие как летучие мыши, являются разносчиками плодов и потребителями членистоногих, а другие, особенно грызуны, являются важными распространителями семян.

Другие виды выполняют роль эдификаторов (например, бобры (*Castor fiber* Linnaeus, 1758)), создавая или преобразуя среду обитания, и тем самым изменяя структуру и функции экосистемы, повышая ее гетерогенность и биоразнообразие. Несомненно, что воздействие млекопитающих на экосистемы играет важную биоценотическую роль и оказывает экосистемные услуги, полезные в хозяйственной жизнедеятельности человека, такие как опыление сосудистых растений, зоохория, регуляция численности больных животных, поедание падали и др.

Разнообразие функциональных ролей многочисленных видов млекопитающих вносит значительный вклад в формирование и поддержание структуры и процессов экосистем Казахстана, включая экосистемы долины реки Иртыш. Здесь отмечается уникальное видовое разнообразие млекопитающих, тем не менее, нынешнее состояние их популяций ухудшается в нескольких участках поймы реки. Так, при сравнении с видовым разнообразием и ключевыми местами обитания млекопитающих из разных регионов мира, пойма реки Иртыш имеет высокий уровень деградации местообитаний и сравнительно низкое разнообразие хищных млекопитающих [10], – всего 15 видов (17,2%), большинство из которых в регионе встречается редко [11]. Для сохранения и рационального использования млекопитающих долины реки Иртыш назрела необходимость проанализировать и классифицировать предоставляемые этими видами экосистемные услуги на региональном уровне.

Важным элементом оценки значения млекопитающих в жизнедеятельности человека является расчет их экономической значимости и возможного ущерба в случае их утраты. Такие оценки позволяют сравнивать экономическое

значение млекопитающих, населяющих разные территории в соответствии с принятыми законодательными нормативами, и могут быть полезны для комплексной оценки. И еще один значимый параметр, который мы выделили в нашей работе – поиск наиболее значимых факторов антропогенного воздействия на пойменные экосистемы и териофауну северо-восточного Казахстана. Этот момент позволит приблизиться к пониманию комплексной роли млекопитающих в экосистемах и современных трендов.

В качестве одного из первых шагов по сохранению и рациональному использованию млекопитающих поймы реки Иртыш, в данной работе перед нами поставлено несколько задач:

i) провести классификацию и анализ предостав-

ляемых млекопитающими экосистемных услуг в пойме реки Иртыш, их биоценотическую роль; ii) оценить экономическое значение и степень нарушенности местообитаний для охотничьих и редких видов млекопитающих бассейна реки Иртыш.

2. Материалы и методы исследований

Методы сбора

В феврале-мае и сентябре-октябре 2023 г. были проведены исследования на двух участках поймы реки Иртыш, расположенных в Восточно-Казахстанской, Павлодарской и Абайской областях – в пределах Черного Иртыша (ЧИ) и Павлодарского Прииртышья (ПП) (рисунок 1).

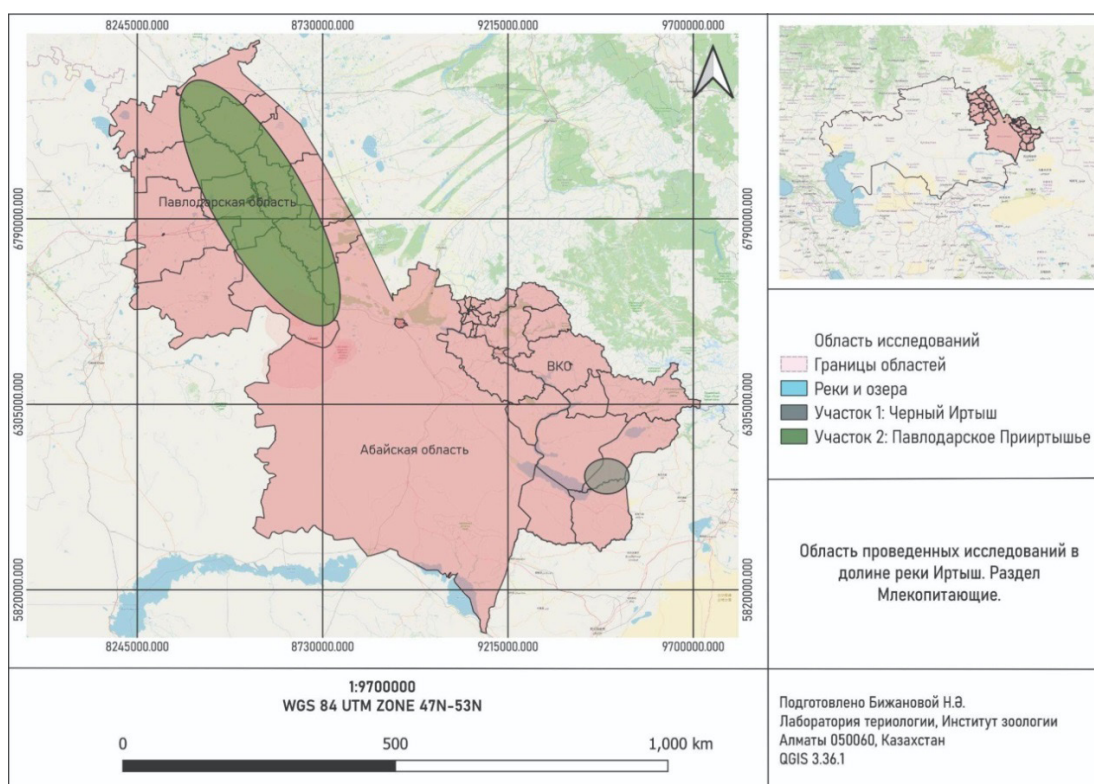


Рисунок 1 – Область исследования. Черный Иртыш (ЧИ) и Павлодарское Прииртышье (ПП) (Восточно-Казахстанская, Абайская и Павлодарские области)

Общая длина автомобильных и пеших маршрутов составила 854 км, в том числе около 220 км русла рек Черный Иртыш и Иртыш. Всего на этих участках был собран материал из 699 следов жизнедеятельности млекопитающих (экскременты, отпечатки лап, жилища, норы и т.д.).

Для оценки антропогенной нарушенности и биоразнообразия полевые стационарные иссле-

дования выполнены на семи профилях, равномерно расположенных в долине р. Иртыш (ЧИ – 3 профиля, ПП – 4 профиля):

ЧИ: профиль 1 N 47.9998, E85.35065;
профиль 2 N 48.0014, E 85.17249;
профиль 3 N 47.9103, E 84.93183.

ПП: профиль 4 N 50.92041, E 78.24296;
профиль 5 N 52.40234, E76.90971;

профиль 6 N 52.68825, E 76.70360;
профиль 7 N 53.54126, E 75.28732.

Исследования млекопитающих проведены стандартными и дистанционными методами с использованием дальномеров и биноклей [12, 13]. Для подготовки рисунков мы применяли CorelDRAW Graphic Suite 2017x64, Craiyon ver. 3 и CorelDRAW Graphic Suite 2017x64, для подготовки карты – QGIS 3.36.1.

Методы оценки/расчета экосистемных услуг

Мы рассмотрели экосистемные услуги, предоставляемые млекопитающими поймы р. Иртыш, на основе экологической концепции Lacher et al. [7], с некоторыми модификациями (таблица 1). В таблице 1 и нашем анализе экосистемных услуг, мы объединили две услуги, “распространение и запасание семян”, в одну – “распространение семян”, так как они имеют схожую конечную цель для экосистемы. Помимо этого, мы не стали включать такую услугу, как “цикл энергии и питательных веществ” в таблицу 1, так как все обитающие в пойме реки Иртыш виды выполняют эту услугу. Тем не менее, в последующем анализе мы описали такой важный аспект, как практическая ценность, которая могла включать понятия промысловой добычи и рационального использования видов.

На основе литературного анализа, мы классифицировали такие услуги, как травоядность и хищничество только в тех случаях, когда встречаемость растительного (зеленоядность, зерноядность) или животного корма (насекомоядность, плотоядность) была 20–30% и выше. Так, например, в случае, когда у типично растительных видов млекопитающих в пойме р. Иртыш корм животного происхождения составлял в году или по сезонам, в среднем, от 20–30% и выше, мы относили его к всеядным животным (травоядно–всеядным) [14], и добавляли знак “+” в пункт “Хищничество”.

Такое понятие, как “экосистемная инженерия” подразумевает организмы, которые прямо или косвенно обеспечивают доступ ресурсов для других видов, изменяя, поддерживая и создавая среду обитания [15]. Их исчезновение может привести к каскаду изменений – от сокращения численности отдельных видов до потери стабильности всего биотопа [16]. К экосистемным инженерам можно отнести такой вид–эдификатор, как европейский бобр (*Castor fiber*), другими ключевыми для экосистемы видами являются кабан (*Sus scrofa*) (благодаря своей активной

роющей деятельности) и норные виды мелких млекопитающих (некоторые виды Грызунов и Насекомоядных).

Расчет стоимости видов в долине реки Иртыш

Расчет стоимости охотничьих и редких видов млекопитающих для оценки экономического урона был произведен на 1000 га для Черного Иртыша и Павлодарского Прииртышья по формуле:

$$M = \sum_{i=1}^n \text{МРП}_i \cdot D_i,$$

где M – стоимости охотничьих и редких видов млекопитающих на 1000 га;

МРП_i – размер возмещения вреда для вида i (группы видов);

D_i – плотность населения вида i особей/1000 га.

В качестве размера возмещения вреда плотность населения охотничьих и редких видов для изучаемых территорий приведена по литературным и экспертным данным. Мы исключили виды, встречающиеся заходами (рысь, россомаха), и дополнительно включили виды, включенные в Красную Книгу Республики Казахстан.

Для оценки экономического ущерба были использованы Размеры возмещения вреда, причиненного нарушением законодательства РК в области охраны, воспроизводства и использования животного мира, в редакции приказа Министра экологии и природных ресурсов РК от 30.01.2024 №13. (<https://adilet.zan.kz/rus/docs/V2400033952#z6>)

Методы статистического анализа данных

Для оценки факторов антропогенной нагрузки и разнообразия териофауны исследования проведены на семи профилях, также использованы данные с сайта Бюро национальной статистики агентства по стратегическому планированию и реформам Республики Казахстан (<https://stat.gov.kz/>). Для расчета числового значения нарушенности территории V_i для каждого профиля мы использовали 12 показателей, характеризующих антропогенную нарушенность, использование территории и отражающих их биоразнообразие. Такой подход позволяет комплексно оценить значимость каждого участка на основе нескольких экологических параметров. Показатель отражает степень антропогенного воздействия и сохранность окружающей среды. Мы рассматривали следующие параметры:

b_i – количество следов жизнедеятельности всех видов млекопитающих на 1 км маршрута для каждого профиля;

n_i – количество видов млекопитающих, которые отмечены нами на маршрутах во время проведения исследований на профиле i ;

d_i – расстояние до ближайшего населенного пункта от профиля i ;

m_i – количество видов, находящихся под угрозой исчезновения и требующих особой защиты (внесенных в ККРК) в районе профиля i ;

k_i – показатель разнообразия (количества) и наличия природных экосистем для профиля i ;

l_i – экспертная оценка степени нарушенности территории на основе полевых наблюдений, включая наличие троп, дорог, мест отдыха людей, летних ферм и загонов для животных, бытового и промышленного мусора у профиля i (1–5 баллов) 1 – высокая нарушенность, 5 – низкая;

p_i – коэффициент природоохранного статуса территории для профиля i . Коэффициент 1,1 для охраняемой территории, 1,0 – для не охраняемой территории;

LS_i – коэффициент нарушенности экосистемы из-за пастбищного скотоводства, которое может приводить к деградации природных биотопов для профиля i . Оценивали по наблюдениям на маршрутах, давали экспертную оценку по профилям (10 – скот отсутствует, 0 – очень высокая нарушенность);

DLS_i – уровень плотности крупного рогатого скота (КРС/кв. км) для профиля i согласно данным Бюро национальной статистики агентства по стратегическому планированию и реформам Республики Казахстан <https://stat.gov.kz/>;

H_i – количество населения тыс. чел. в области диаметром 10 км вокруг каждого профиля i ;

h_i – плотность населения ч/кв. км в административном районе расположения профиля i , согласно данным Бюро национальной статистики агентства по стратегическому планированию и реформам Республики Казахстан <https://stat.gov.kz/>;

Анализы проводились с использованием R 4.4.1 [17], с использованием пакетов «factoextra» [18], «tidyverse» [19] и «ggplot2» [20]. Мы использовали анализ главных компонент (PCA) для переменных человеческого воздействия

[21]. Мы использовали первые два главных компонента (PC1, PC2) в качестве объясняющих переменных в обобщенных результатах.

Мы также использовали Индекс антропогенной нарушенности (Anthropogenic Disturbance Index, ADI) по отдельным профилям [22]:

$$ADI = 1 - \left(\frac{(a_i - a_{min})}{(a_{min} - a_{max})} \right),$$

где a_i – значение первой главной компоненты (PC1) для профиля, a_{min} – минимальное значение PC1 для всех профилей, a_{max} – максимальное значение PC1 для всех профилей.

ADI рассчитывался от 1 до 2, и чем ниже показатель нарушенности ADI, тем менее нарушенная и более потенциально ценная территория (1 – не нарушенная или слабо нарушенная, 2 – сильно нарушенная). Формула учитывает суммарный вклад каждого параметра и позволяет оценить текущее состояние территории с точки зрения ее экологической ценности и степени нарушенности.

3. Результаты исследования и их обсуждение

Согласно литературным источникам [23–25] и нашим собственным наблюдениям, в пределах казахстанского участка долины р. Иртыш и прилегающих территорий обитает 88 видов млекопитающих, относящихся к 6 отрядам и 20 семействам. Среди них отмечены 5 видов, включенных в Красную книгу Республики Казахстан, 6 инвазивных и 29 охотничье-промысловых видов. Из общего числа видов: 45 относятся к отряду Грызунов, 4 – к Зайцеобразным, 4 – к Китопарнокопытным, 15 – к Хищным, 9 – к Рукокрылым и 11 видов – к Насекомоядным (рисунок 2). В 2023 году на двух обследованных участках нами были зафиксированы 17 видов млекопитающих, принадлежащих к 4 отрядам, 9 семействам и 15 родам [11].

Ниже указаны виды и отряды, встречающиеся на Черном Иртыше и Павлодарском Прииртышье [11], а также их функциональная роль в экосистеме (таблица 1, рисунок 3).

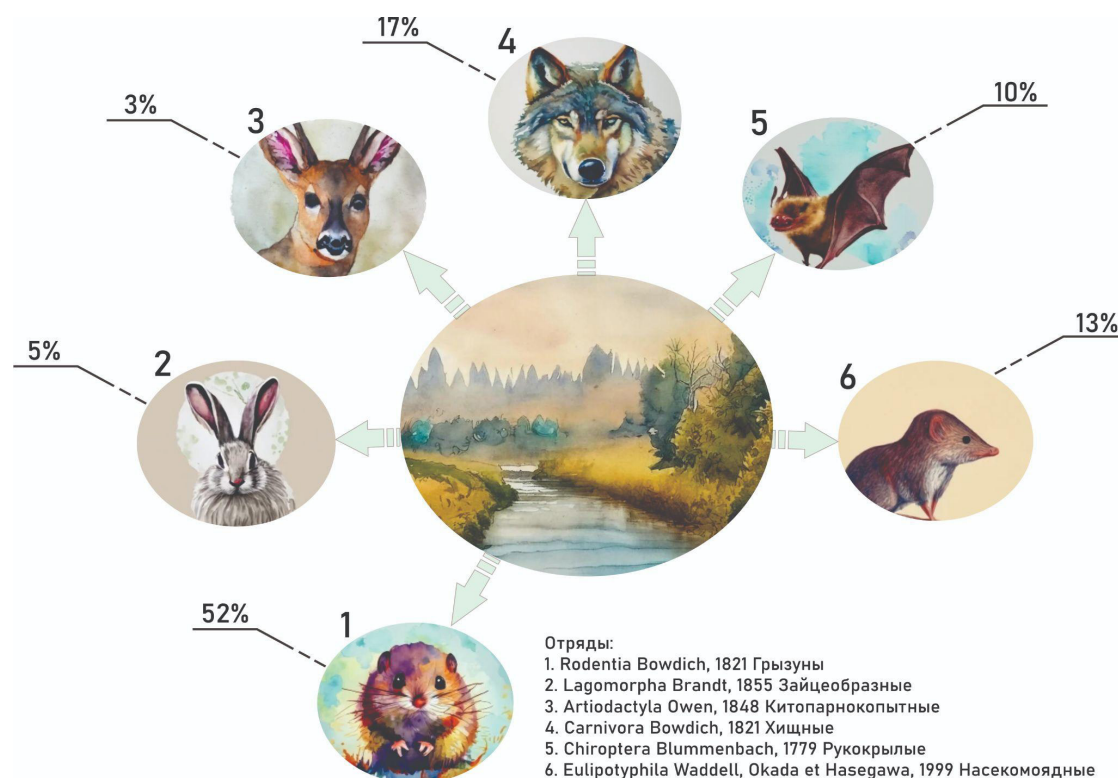


Рисунок 2 – Териофауна поймы реки Иртыш и видовое соотношение (%)

Таблица 1 – Экосистемные услуги, предоставляемые млекопитающими долины реки Иртыш (классификация по Lacher et al. [7]), согласно материалам многотомного труда «Млекопитающие Казахстана» [26-34]. Условные обозначения в таблице: область распространения: «ЧИ» – Черный Иртыш, «ПП» – Павлодарское Прииртышье; Категория встречаемости вида: «М» – многочисленный, «О» – обычный, «Р» – редкий, «З» – регулярно заходящий, «ККРК» – занесенный в Красную книгу РК

Название таксона		Предоставляемые экосистемные услуги и биоценоотические роли							Всего услуг	Категория вида и область распространения	
на латинском языке	на русском языке	Борьба с вредителями	Распространение семян	Плодородие почвы	Опыление	Экосистемная инженерия	Хищничество	Травоядность		ЧИ	ПП
отряд Rodentia Bowdich, 1821 – Грызуны											
Семейство Sciuridae Fischer, 1817 – Беличьи											
<i>Pteromys volans</i> Linnaeus, 1758	обыкновенная летяга		+	+	+			+	4	-	Р
<i>Sciurus vulgaris</i> Linnaeus, 1758	обыкновенная белка	+	+		+		+	+	5	-	О
<i>Spermophilus erythrogenys</i> Brandt, 1841	краснощёкий суслик		+			+		+	3	-	О
<i>Spermophilus brevicauda</i> Brandt, 1843	средний суслик	+	+			+		+	4	О	-
<i>Urocytellus undulatus</i> Pallas, 1778	длиннохвостый суслик		+			+		+	3	О	-
<i>Marmota bobak</i> Müller, 1776	степной сурик		+			+		+	3	-	О

Продолжение таблицы

Название таксона		Предоставляемые экосистемные услуги и биоценоотические роли							Всего услуг	Категория вида и область распространения	
на латинском языке	на русском языке	Борьба с вредителями	Распространение семян	Плодородие почвы	Опыление	Экосистемная инженерия	Хищничество	Травянистость		ЧИ	ПП
Семейство Gliridae Thomas, 1897 (1819) – Соневые											
Dryomys nitedula Pallas, 1779	лесная соня		+					+	2	Р	-
Семейство Castoridae Hemprich, 1820 – Бобровые											
Castor fiber Linnaeus, 1758	европейский бобр					+		+	2	-	О
Семейство Sminthidae Brandt, 1855 – Мышовковые											
Sicista subtilis Pallas, 1773	степная мышовка	+	+				+	+	4	О	М
Sicista betulina Pallas, 1779	лесная мышовка		+					+	2	-	Р
Семейство Cardiocraniidae Vinogradov, 1925 – Карликовые тушканчики											
Cardiocranius paradoxus Satunin, 1903	пятипалый карликовый тушканчик		+					+	2	ККРК, Р	-
Salpingotus crassicauda Vinogradov, 1924	жирнохвостый карликовый тушканчик		+			+	+	+	4	ККРК, Р	-
Семейство Dipodidae Fischer, 1817 – Трехпалые тушканчики											
Dipus sagitta Pallas, 1773	мохноногий тушканчик		+			+		+	3	О	О
Stylodipus telum Lichtenstein, 1823	обыкновенный емуранчик		+			+		+	3	О	-
Семейство Allactagidae Vinogradov, 1925 – Пятипалые тушканчики											
Allactaga major Kerr, 1792	большой тушканчик		+			+	+	+	4	О	О
Allactaga elater Lichtenstein, 1825	малый тушканчик		+			+		+	3	О	-
Allactaga sibirica Forster, 1778	тушканчик-прыгун		+			+	+	+	4	Р	-
Pygeretmus pumilio Kerr, 1792	тарбаганчик		+			+		+	3	Р	-
Pygeretmus platyurus Lichtenstein, 1823	толстохвостый тушканчик		+			+		+	3	Р	-
Семейство Cricetidae Fischer, 1817 – Хомяковые											
Phodopus roborovskii (Satunin, 1903)	хомячок Роборовского		+			+	+	+	4	ККРК, Р	-
Phodopus sungorus Pallas, 1773	джунгарский хомячок	+	+				+	+	4	-	Р
Cricetus cricetus Linnaeus, 1758	обыкновенный хомяк		+			+	+	+	4	Р	О
Allocricetulus eversmanni Brandt, 1859	хомячок Эверсмана	+	+		+	+	+	+	6	-	О
Allocricetulus curtatus Allen, 1925	монгольский хомячок		+			+	+	+	4	О	-
Cricetulus barabensis Pallas, 1773	барабинский хомячок		+			+	+	+	4	-	Р
Cricetulus migratorius Pallas, 1773	серый хомячок		+			+	+	+	4	-	Р

Продолжение таблицы

Название таксона		Предоставляемые экосистемные услуги и биоценоотические роли							Всего услуг	Категория вида и область распространения	
на латинском языке	на русском языке	Борьба с вредителями	Распространение семян	Плодородие почвы	Опыление	Экосистемная инженерия	Хищничество	Травянистость		ЧИ	ПП
<i>Ondatra zibethicus</i> Linnaeus, 1766	ондатра		+			+		+	3	О	О
<i>Myodes rutilus</i> Pallas, 1779	красная полёвка		+					+	2	-	О
<i>Alticola strelzowi</i> Kastschenko, 1899	плоскочерепная полёвка		+		+		+	+	4	-	Р
<i>Ellobius tancrei</i> Blasius, 1884	восточная слепушонка		+	+		+		+	4	-	О
<i>Lagurus lagurus</i> Pallas, 1773	степная пеструшка	+	+			+	+	+	5	Р	Р
<i>Eolagurus luteus</i> Eversmann, 1840	жёлтая пеструшка		+		+	+		+	4	ККРК, Р	-
<i>Arvicola amphibius</i> Linnaeus, 1758	водяная полёвка		+			+		+	3	О	О
<i>Microtus gregalis</i> Pallas, 1779	узкочерепная полёвка		+		+	+		+	4	Р	М
<i>Microtus oeconomus</i> Pallas, 1776	полёвка-экономка		+			+		+	3	О	О
<i>Microtus socialis</i> Pallas, 1773	общественная полёвка		+		+	+		+	4	-	Р
<i>Microtus arvalis</i> Pallas, 1778	обыкновенная полёвка		+		+			+	3	О	О
<i>Microtus rossiaemeridionalis</i> Ognev, 1924	восточноевропейская полёвка		+			+		+	3	-	Р
Семейство Muridae – Мышиные											
<i>Micromys minutus</i> Pallas, 1771	мышь-малютка		+		+		+	+	4	Р	Р
<i>Apodemus uralensis</i> Pallas, 1811	малая лесная мышь		+		+	+	+	+	5	М	М
<i>Apodemus agrarius</i> Pallas, 1771	полевая мышь		+			+	+	+	4	О	М
<i>Mus musculus</i> Linnaeus, 1758	домовая мышь		+					+	2	О	М
<i>Rattus norvegicus</i> Berkenhout, 1769	серая крыса		+			+	+	+	4	О	М
<i>Meriones tamariscinus</i> Pallas, 1773	тамарисковая песчанка		+		+	+	+	+	5	О	-
<i>Meriones meridianus</i> Pallas, 1773	полуденная песчанка		+			+	+	+	4	О	-
Отряд Lagomorpha Brandt, 1855 – Зайцеобразные											
Семейство Ochotonidae Thomas, 1897 – Пищуховые											
<i>Ochotona pusilla</i> Pallas, 1769	малая (степная) пищуха		+			+		+	3	О	О
Семейство Leporidae Brandt, 1855 – Зайцеобразные											
<i>Lepus timidus</i> Linnaeus, 1758	заяц беляк					+		+	2	О	О
<i>Lepus europaeus</i> Pallas, 1778	заяц русак		+			+		+	3	-	О
<i>Lepus tolai</i> Linnaeus, 1758	заяц толай					+		+	2	О	-
Отряд Cetartiodactyla Montgelard et al., 1997 – Китопарнокопытные											
Семейство Bovidae Gray, 1821 – Полорогие											
<i>Saiga tatarica</i> Linnaeus, 1766	сайгак							+	1	-	М

Продолжение таблицы

Название таксона		Предоставляемые экосистемные услуги и биоценотические роли							Всего услуг	Категория вида и область распространения	
на латинском языке	на русском языке	Борьба с вредителями	Распространение семян	Плодородие почвы	Опыление	Экосистемная инженерия	Хищничество	Травоядность		ЧИ	ПП
Семейство Suidae Gray, 1821 – Свиные											
<i>Sus scrofa</i> Linnaeus, 1758	кабан			+		+		+	3	О	О
Семейство Cervidae Goldfuss, 1820 – Олени											
<i>Capreolus pygargus</i> Pallas, 1771	сибирская косуля							+	1	М	М
<i>Alces alces</i> Linnaeus, 1758	европейский лось							+	1	-	Р
Отряд Carnivora Bowdich, 1821 – Хищные											
Семейство Canidae Fischer, 1817 – Псовые											
<i>Canis lupus</i> Linnaeus, 1758	волк	+					+		2	Р	О
<i>Nyctereutes procyonoides</i> Gray, 1834	енотовидная собака	+	+				+		3	-	Р
<i>Vulpes corsac</i> Linnaeus, 1768	корсак	+					+		2	Р	Р
<i>Vulpes vulpes</i> Linnaeus, 1758	обыкновенная лисица	+					+		2	О	О
Семейство Mustelidae Fischer, 1817 – Куны											
<i>Martes martes</i> Linnaeus, 1758	лесная куница	+	+				+		3	-	ККРК, О
<i>Gulo gulo</i> Linnaeus, 1758	росяха						+		1	Р, 3	-
<i>Meles leucurus</i> Hodgson, 1847	азиатский барсук	+	+				+		3	О	М
<i>Mustela altaica</i> Pallas, 1811	солонгой	+					+		2	Р	-
<i>Mustela nivalis</i> Linnaeus, 1766	ласка	+					+		2	Р	Р
<i>Mustela erminea</i> Linnaeus, 1758	горностай	+					+		2	Р	Р
<i>Mustela eversmanii</i> Lesson, 1827	степной хорь	+					+		2	О	О
<i>Neogale vison</i> Schreber, 1777	американская норка	+					+		2	О	Р
<i>Lutra lutra</i> Linnaeus, 1758	выдра						+		1	О	-
Семейство Felidae Fischer, 1817 – Кошачьи											
<i>Lynx lynx</i> Linnaeus, 1758	обыкновенная рысь	+					+		2	-	Р, 3
<i>Felis lybica</i> Forster, 1780	степная кошка	+					+		2	Р	-
Отряд Chiroptera Blumenbach, 1779 – Рукокрылые											
Семейство Vespertilionidae Gray, 1821 – Гладконосые											
<i>Myotis dasycneme</i> Boie, 1825	прудовая ночница						+		1	-	Р
<i>Myotis daubentonii</i> Kuhl, 1817	водяная ночница	+					+		2	О	-
<i>Myotis mystacinus</i> Kuhl, 1817	усатая ночница	+					+		2	-	О
<i>Plecotus auritus</i> Linnaeus, 1758	бурый ушан	+					+		2	О	О
<i>Plecotus austriacus</i> J. Fischer, 1829	серый ушан	+					+		2	-	О
<i>Nyctalus noctula</i> Schreber, 1774	рыжая вечерница	+					+		2	О	О
<i>Vespertilio murinus</i> Linnaeus, 1758	двухцветный кожан						+		1	Р	-
<i>Eptesicus serotinus</i> Schreber, 1774	поздний кожан						+		1	-	О
<i>Eptesicus nilssonii</i> Keyserling and Blasius, 1839	северный кожанок						+		1	-	О

Продолжение таблицы

Название таксона		Предоставляемые экосистемные услуги и биоценоотические роли							Всего услуг	Категория вида и область распространения	
на латинском языке	на русском языке	Борьба с вредителями	Распространение семян	Плодородие почвы	Опыление	Экосистемная инженерия	Хищничество	Травоядность		ЧИ	ПП
Отряд Eulipotyphila Waddell, Okada et Hasegawa, 1999 – Насекомоядные											
Семейство Erinaceidae Fischer, 1814 – Ежовые											
<i>Erinaceus roumanicus</i> Barrett-Hamilton, 1900	южный еж	+				+	+		3	-	О
<i>Hemiechinus auritus</i> Gmelin, 1770	ушастый ёж	+					+		2	О	М
Семейство Soricidae Gregory, 1910 – Землеройковые											
<i>Crocidura suaveolens</i> Pallas, 1811	малая белозубка	+					+		2	О	О
<i>Crocidura sibirica</i> Dukelsky, 1930	сибирская белозубка	+					+		2	О	-
<i>Neomys fodiens</i> Pennant, 1771	обыкновенная кутора	+					+		2	-	О
<i>Sorex araneus</i> Linnaeus, 1758	обыкновенная бурозубка	+				+	+		3	-	Р
<i>Sorex tundrensis</i> Kerr, 1792	бурозубка тундрная	+					+		2	-	О
<i>Sorex caecutiens</i> Laxmann, 1785	средняя бурозубка	+					+		2	-	Р
<i>Sorex daphaenodon</i> Thomas, 1907	крупнозубая бурозубка	+					+		2	-	О
<i>Sorex minutissimus</i> Zimmermann, 1780	крошечная бурозубка	+					+		2	-	О
<i>Sorex minutus</i> Linnaeus, 1766	малая бурозубка	+					+		2	-	О
ВСЕГО		35	49	3	11	40	55	53	246		

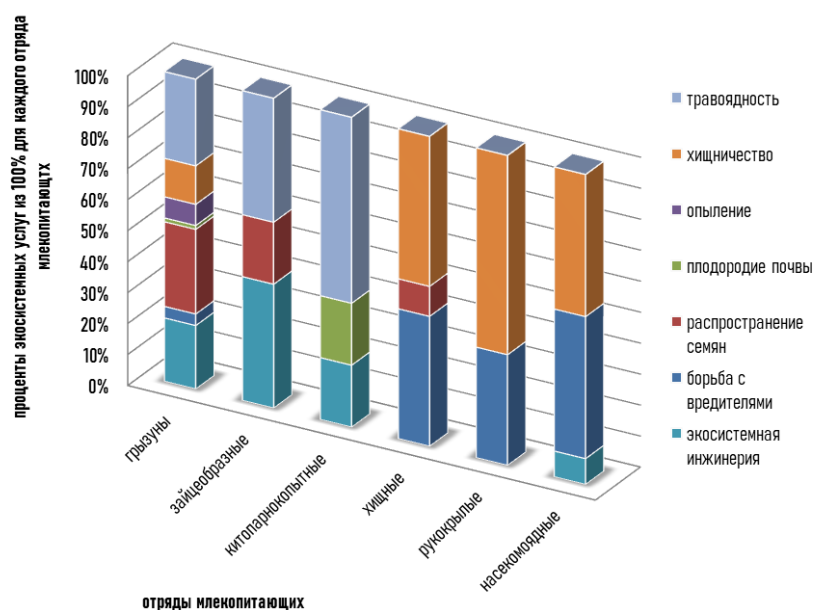


Рисунок 3 – Процентное соотношение экосистемных услуг по отрядам млекопитающих

Согласно анализу данных (рисунок 3), по трофическому уровню, 39,8% млекопитающих питаются преимущественно животными кормами, 37,5% – растительными, а в рационе остальных 22,7% присутствуют как растительные, так и животные корма. Как экосистемная услуга, хищничество преобладало у Рукокрылых, Хищных и Насекомоядных (64%, 48% и 46% из 100% оказываемых ими услуг, соответственно), для которых травоядность не характерна. Противоположная ситуация обнаружена у Китопарнокопытных и Зайцеобразных (предоставляемые услуги по травоядности – 60; и 40% из общей доли услуг, соответственно). У Грызунов, среди которых имеется большое количество всеядных видов, доля травоядности составил 28%, хищничества – 12%.

Грызуны играют наиболее заметную роль в распространении семян и опылении (27% и 6,8% из 100% оказываемых ими услуг). В меньшей степени предоставление услуги дисперсии семян характерно для Зайцеобразных и Хищных (20% и 10%, соответственно).

Насекомоядные потребляют больше всего (46%) вредителей (жуки, саранча и т.д.), далее Хищные и Рукокрылые (42% и 36%, соответственно). Среди Грызунов роль услуги по борьбе с вредителями низка (всего 4%), у Зайцеобразных и Китопарнокопытных имеет случайный характер.

Услуга по улучшению плодородия почвы, согласно анализу, преобладает у Китопарнокопытных (20% из их услуг) и незначительна у Грызунов (1%). При этом, надо учитывать, что

услуга обеспечения плодородия почвы, помимо ее активной аэрации, которую обеспечивают такие виды, как восточная слепушонка и кабан, оказывают абсолютно все виды, являясь частью трофической пирамиды (цикл обмена веществ и энергии).

Услуги по экосистемной инженерии отмечаются у всех Зайцеобразных (вследствие чего, указывается как 40% из всех оказываемых ими услуг), у ряда грызунов и копытных (по 20%). У Насекомоядных эта функция отмечается у 8% их видов.

Сайгак – растительноядный вид, ведущий кочевой образ жизни, – играет важную роль в биоценозах Прииртышья, способствуя повышению продуктивности экосистем. С учётом его высокой экономической и экологической значимости, а также биологических особенностей (дальние миграции, постоянная смена мест обитания на территории разных административных районов и областей Прииртышья), оценку экосистемных услуг и экономического значения сайгака необходимо проводить отдельно. При этом следует учитывать антропогенные факторы, включая влияние линейной инфраструктуры, которая может препятствовать миграциям вида.

В целом, высокий показатель оказываемых услуг у некоторых отрядов (Рисунок 3) подразумевает не столько значимость этих видов для обеспечения определенной услуги, сколько указывает на частоту встречаемости этой услуги в определенном отряде. Вклад отрядов в экосистемные услуги представлен в таблице 2.

Таблица 2 – Вклад отрядов млекопитающих в обеспечение экосистемных услуг (%), где БВ – борьба с вредителями, РС – распространение семян, ОПП – обеспечение плодородия почвы, О – опыление, ЭИ – экосистемная инженерия, Х – хищничество, Т – травоядность

Отряды	БВ	РС	ПП	О	ЭИ	Х	Т
Грызуны (n = 45)	17	90	67	100	82,5	36,35	86,5
Зайцеобразные (n = 4)	0	4	0	0	10	0	7,7
Китопарнокопытные (n = 4)	0	0	33	0	2,5	0	7,7
Хищные (n = 15)	37	6	0	0	0	27,3	0
Рукокрылые (n = 9)	14,5	0	0	0	0	16,35	0
Насекомоядные (n = 11)	31,5	0	0	0	5	20	0
Всего	100	100	100	100	100	100	100

Результаты анализа показали, что млекопитающие, обитающие в бассейне реки Иртыш, обеспечивают в совокупности 246 экосистемных

услуг. Наибольшая доля по частоте проявления экосистемных функций принадлежит Грызунам, на долю которых приходится 65,4%.

В то же время ключевые экосистемные услуги, такие как регуляция численности вредителей и поддержание здоровья диких животных и человека, преимущественно обеспечиваются представителями отрядов Хищные (37%) и Насекомоядные (31,5%).

Регуляция плодородия почв, критически важного элемента стабильности экосистем, в значительной степени (33%) связана с деятельностью Китопарнокопытных.

Таким образом, можно заключить, что различные отряды млекопитающих выполняют взаимодополняющие функции, в совокупности способствуя поддержанию устойчивости и функциональной целостности экосистем.

Оценка экономического значения охотничьих и редких видов млекопитающих бассейна р. Иртыш

Оценка экономического значения охотничьих и редких видов млекопитающих важна для рационального управления территориями и принятия управленческих решений. В дальнейшем она может быть использована как база для расчета ущербов при изъятии территорий для хозяйственного использования в интересах промышленности, транспорта и т.д. Данные для расчета и итоговые суммы расчета на одну тысячу гектар приведены в Таблице 3.

Таблица 3 – Расчет стоимости охотничьих и редких видов млекопитающих на 1000 га для Черно-го Иртыша и Павлодарского Прииртышья

Вид (группа видов)	Размеры возмещения вреда в месячных расчетных показателях (за каждую особь)	Плотность на 1000 га	
		ЧИ	ПП
1	2	3	4
Белка обыкновенная	5	-	20
Речной бобр	15	-	0,34
Ондатра	5	20	30
Сурок (байбак)	10	-	10
Суслик (краснощекий, средний, длиннохвостый)	5	200	250
Зайцы (беляк, русак, толай)	5	10	16
Корсак	5	1	1
Лисица	5	4	4
Енотовидная собака	10	-	0,5
Барсук азиатский	10	5	3,5
Выдра северная	10	0,1	-
Американская норка	10	0,3	0,2
Лесная куница	200	-	0,6
Ласка	10	1,2	1,2
Солонгой	5	0,9	-
Степной хорек	5	1,8	1,8
Лесная кошка	5	0,1	-
Кабан	250	3	1,2
Косуля сибирская	250	15	15
Лось	500	-	0,05
Другие виды млекопитающих, внесенные в Красную книгу Республики Казахстан			
Пятипалый карликовый тушканчик	100	0,05	-
Жирнохвостый карликовый тушканчик	100	0,05	-
Хомячок Роборовского	100	0,1	-
Жёлтая пеструшка	100	0,1	-
Итого МРП 1000 га:		5968,1	5785,0

Согласно выполненному нами расчету, условная стоимость охотничьих и редких видов млекопитающих на двух исследуемых участках оказалась сходной, не смотря на различный состав их фаун. Для Черного Иртыша $5785 \times 3692 = 21\,358\,220$ тенге, для Павлодарского Прииртышья $5968,1 \times 3692 = 22\,034\,225$ тенге. Эти результаты показывают высокую экономи-

ческую значимость всей протяженности поймы р. Иртыш в Казахстане.

Показатели антропогенной нарушенности и биоразнообразия двух участков р. Иртыш

Для оценки антропогенной нарушенности мы рассчитали приведенные ниже экологические параметры (Таблица 4).

Таблица 4 – Показатели антропогенной нарушенности и биоразнообразия 7 профилей р. Иртыш

Экологические параметры	Профиль						
	ЧИ			ПП			
	1	2	3	4	5	6	7
Количество следов жизнедеятельности млекопитающих на 1 км маршрута (b_i)	2,7	1,4	2,3	1,0	1,7	1,4	1,3
Всего встречено видов (n_i)	9	6	14	9	8	13	9
Удалённость от населенных пунктов, км (d_i)	4,7	2,3	12	4,2	4,2	1,6	1,0
Количество редких видов млекопитающих (m_i)	4	4	2	1	0	1	1
Количество природных биотопов (k_i)	5	5	5	4	4	4	5
Экспертная оценка нарушенности (l_i)	4	3	3	2	2	2	3
Коэффициент природоохранного статуса (p_i)	1,0	1,0	1,0	1,0	1,1	1,1	1,1
Коэффициент нарушенности из-за выпаса скота (LS_i)	3	6	2	6	5	3	2
Плотность КРС/кв. км (DLS_i)	4,50	4,50	4,50	3,87	4,58	6,7	3,89
Количество населения тыс. чел. в области диаметром 10 км (H_i)	1,5	1,5	0	12,4	5,2	9,1	6,2
Плотность населения ч/кв.км (h_i)	1,74	1,74	1,74	0,97	0,88	2,50	1,82

В результате проведенного анализа главных компонент определено, что часть факторов оказывают влияние на антропогенную нарушенность в пойме реки Иртыш (Рисунок 4).

Наиболее значимые переменные, влияющие на PC1, включают n_i , l_i , k_i , b_i , H_i , m_i , p_i и LS_i . Из этих переменных значительный отрицательный вклад вносят n_i (-0.402), l_i (-0.382), k_i (-0.371), b_i (-0.357), m_i (-0.306) и d_i (-0.250). Такие переменные, как p_i и LS_i , имеют положительные коэффициенты (0,237 и 0,214, соответственно), а H_i (0,377) вносит значительный положительный вклад. Таким образом, среди всех рассмотренных экологических параметров, на нарушенность определенного профиля негативно влияют такие факторы, как количество населения (тыс. чел.) в области диаметром 10 км вокруг каждого профиля (H_i), отсутствие природоохранного ста-

туса территории для профиля (p_i) и состояние и нарушенность биотопа при пастбищном скотоводстве (LS_i). Такие факторы, как высокий уровень биоразнообразия и разнообразие млекопитающих в регионе, способствуют поддержанию целостности экосистемы поймы реки Иртыш и могут способствовать снижению антропогенной нарушенности.

На основе данных параметров и анализа главных компонент (Таблица А.1) мы рассчитали показатель ADI для семи профилей (Рисунок 5).

Индекс ADI первых трех профилей (Профили 1, 2 и 3) ЧИ сравнительно низок ($1,02 \pm 0,09$; $1,43 \pm 0,13$; $1 \pm 0,09$, соответственно). По сравнению с этими значениями, профили ПП (Профили 4, 5, 6 и 7) имеют более высокие индексы нарушенности ($2 \pm 0,18$; $1,89 \pm 0,17$; $1,91 \pm 0,18$; $1,57 \pm 0,14$; соответственно).

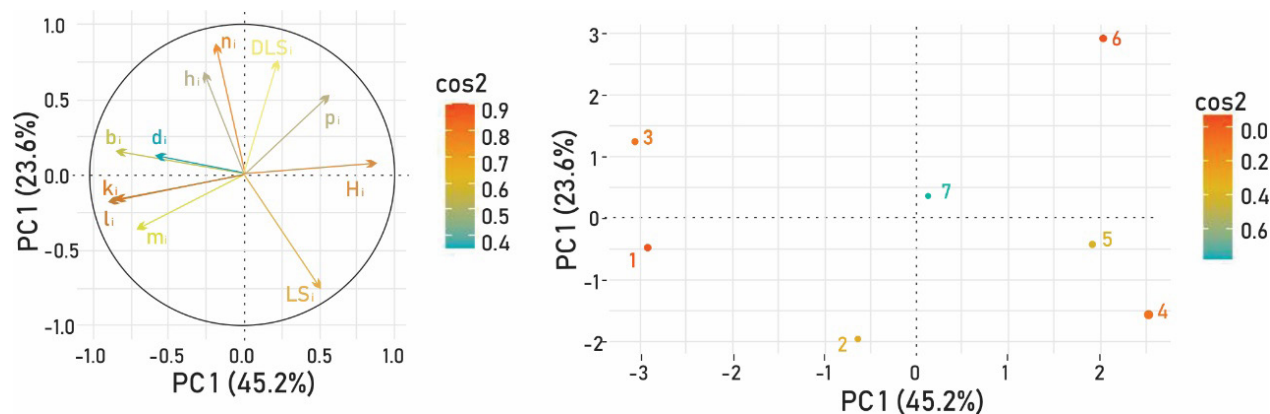


Рисунок 4 – Графики анализа главных компонент (PC1, PC2) экологических параметров и их влияние на профили в пойме Иртыша.

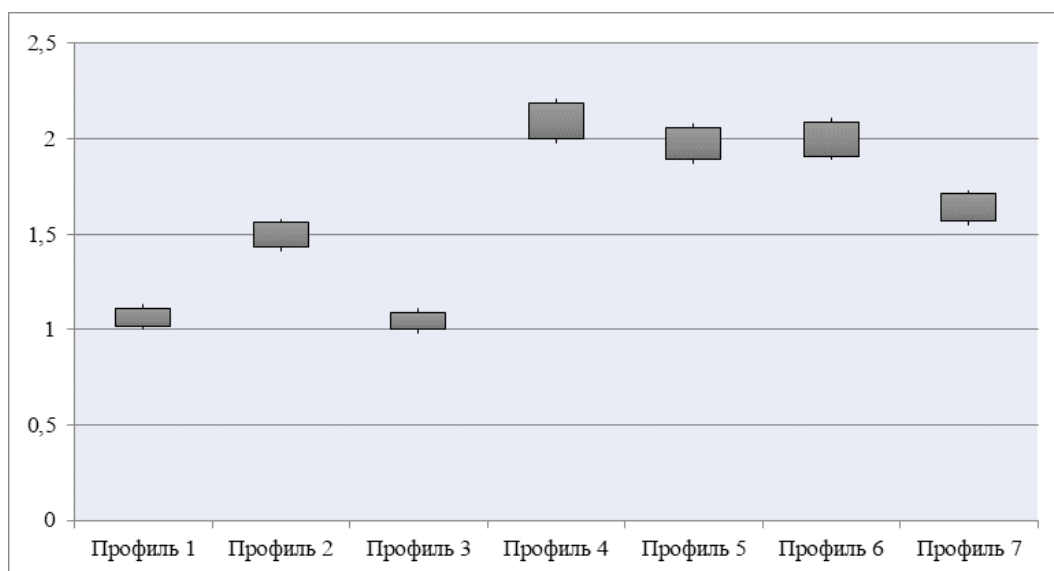


Рисунок 5 – График значений индекса антропогенной нарушенности (ADI), для семи профилей в пойме р. Иртыш

Согласно индексам ADI, наименьшая нарушенность по всей области исследования указывается для профилей 1 и 3. Профиль 2, расположенный у п. Боран имеет наивысшее значение ADI для участка ЧИ, что связано с его расположением у населенного пункта. В ПП наименьшей нарушенностью отличается 7 профиль у п. Железинка, а наибольшей – 4. Результаты показывают, что ЧИ, расположенный у границы с Китаем, имеет меньшую нарушенность и освоенность человеком, не смотря на отсутствие природоохранного статуса. ПП освоено и заселено человеком в большей степени, здесь и выше по течению

расположено большое количество промышленных предприятий и населенных пунктов, что должно учитываться при природопользовании и разработке природоохранных мероприятий.

Таким образом, согласно проведенным расчетам, средний показатель ADI для профилей Черного Иртыша значительно ниже (1.15 ± 0.1), чем для Павлодарского Прииртышья (1.84 ± 0.17). Профиль 3 имеет наименьшую нарушенность для двух обследованных нами участков. Его можно считать эталонным и одним из наиболее значимых для сохранения биоразнообразия долины р. Иртыш в Казахстане.

Заключение

Исследование экосистемных услуг, предоставляемых млекопитающими, а также оценка их экономического значения необходимы для поддержания благоприятной среды обитания для человека и диких животных и дальнейшего развития Северо-Восточного Казахстана. До настоящего времени не было предпринято попыток количественно оценить эффект от деятельности комплекса млекопитающих в пойме реки Иртыш в экосистемном аспекте.

Основной целью нашей работы было расширить имеющиеся знания о экосистемной роли и экономическом значении млекопитающих казахстанской части р. Иртыш. В рамках данного исследования были рассчитаны экономические показатели, отражающие значение охотничьих и редких видов млекопитающих, обитающих в бассейне реки Иртыш. Также проведена сравнительная оценка степени нарушенности по семи профилям, равномерно распределенным на двух исследуемых участках.

Актуальность данных исследований обусловлена растущей необходимостью в сохранении и рациональном управлении природными ресурсами поймы реки Иртыш, учитывая ее высокий туристический, транспортный и промышленный потенциал.

Представленное исследование является первой попыткой оценки экосистемных услуг, обеспечиваемых млекопитающими данного региона. По результатам анализа установлено, что 88 видов млекопитающих, обитающих в пойме Иртыша, выполняют 246 экосистемных услуг.

Наибольший вклад в предоставление таких услуг, как опыление, дисперсия и хранение семян и экосистемная инженерия, принадлежит представителям отряда Грызунов (65,4%), что связано с их численным преобладанием в исследуемой территории. Хищные и Насекомоядные обеспечивают контроль численности вредителей и здоровье популяций (37% и 31,5% соответственно), а Китопарнокопытные вносят

наибольший вклад в регулирование плодородия почвы (33%). С учетом высокой экологической и экономической значимости сайгака и его уязвимости к антропогенному воздействию, особенно от линейной инфраструктуры, оценку его экосистемных услуг следует проводить отдельно. Хищные млекопитающие контролируют численность животных и распространяют семена. Рукокрылые и Насекомоядные оказывают услуги по борьбе с вредителями. Среди млекопитающих, значительный вклад вносят бобры, как экосистемные инженеры, изменяющие среду обитания для млекопитающих, рыб и водоплавающих птиц, но могут вызвать затопление лесов, хозяйственных объектов и сельскохозяйственных угодий.

Экономическая значимость млекопитающих в пойме Иртыша высока. Условная стоимость охотничьих и редких видов на двух участках оказалась сходной: для Черного Иртыша – 21 358 220 тенге, для Павлодарского Прииртышья – 22 034 225 тенге.

Средний показатель индекса ADI для профилей ЧИ значительно ниже (1.15), чем для ПП (1,84), что отражает разную степень антропогенного воздействия и ценность территорий.

Необходимо изучить все возможные сценарии управления биотопами для сохранения и рационального использования млекопитающих долины Иртыша, в зависимости от оказываемых ими экосистемных услуг и биоценотических ролей, экономического значения и нарушенности территорий.

Источник финансирования

Данное исследование финансируется Комитетом науки Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан (грант № AP19680227). Название проекта: «Оценка влияния строительства линейной инфраструктуры на популяции сайгаков и разработка мер по снижению вреда животным и их экосистемам в Казахстане», 2023-2025 гг.

Литература

1. Goodman D. The theory of diversity-stability relationships in ecology // *The Quarterly Review of Biology*. – 1975. – Vol. 50. – №. 3. – P. 237-266.
2. Frank D.A., McNaughton S.J. Stability increases with diversity in plant communities: empirical evidence from the 1988 Yellowstone drought // *Oikos*. – 1991. – P. 360-362.
3. Timpane-Padgham B. L., Beechie T., Klinger T. A systematic review of ecological attributes that confer resilience to climate change in environmental restoration // *PLoS One*. – 2017. – T. 12. – №. 3. – C. e0173812.

4. Schipper J., Chanson J.S., Chiozza F., Cox N.A., Hoffmann M., Katariya V., et al. The status of the world's land and marine mammals: diversity, threat, and knowledge // *Science*. – 2008. – Vol. 322. – №. 5899. – P. 225-230.
5. Pacifici M., Visconti P., Rondinini C. A framework for the identification of hotspots of climate change risk for mammals // *Global Change Biology*. – 2018. – Vol. 24. – №. 4. – P. 1626-1636.
6. Millennium Ecosystem Assessment. Ecosystems and human well-being: wetlands and water. – World Resources Institute, 2005.
7. Lacher Jr T.E., Davidson A.D., Fleming T.H., Gómez-Ruiz E.P., McCracken G.F., Owen-Smith N., et al. The functional roles of mammals in ecosystems // *Journal of Mammalogy*. – 2019. – Vol. 100. – №. 3. – P. 942-964.
8. Ripple W.J., Estes J.A., Beschta R.L., Wilmers C.C., Ritchie E.G., Hebblewhite M., et al. Status and ecological effects of the world's largest carnivores // *Science*. – 2014. – Т. 343. – №. 6167. – P. 1241484.
9. Ripple W.J., Newsome T.M., Wolf C., Dirzo R., Everatt K.T., Galetti M., et al. Collapse of the world's largest herbivores // *Science advances*. – 2015. – Vol. 1. – №. 4. – P. e1400103.
10. Crooks K.R., Burdett C.L., Theobald D.M., Rondinini C., Boitani L. Global patterns of fragmentation and connectivity of mammalian carnivore habitat // *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*. – 2011. – Vol. 366. – №. 1578. – P. 2642-2651.
11. Олейников А.Ю., Бижанова Н.Ә., Кантарбаев С.С., Алиханова А.А. Териофауна казахстанской части бассейна Иртыша // *Вестник КазНУ. Серия экологическая*. – 2024. – Т. 80. – № 3. – С. 77-91.
12. Формозов А.Н. Методы учета численности и географического распределения наземных позвоночных. – М.: Акад. наук СССР, 1952. – 343 с.
13. Новиков Г.А. Роль позвоночных животных в жизни леса // *Животный мир СССР*. – М.: Акад. наук СССР, 1953. – 304 с.
14. Lintulaakso K., Tatti N., Žliobaitė I. Quantifying mammalian diets // *Mammalian Biology*. – 2022. – Vol. 103. – №. 1. – P. 53-67.
15. Jones C.G., Lawton J.H., Shachak M. Organisms as ecosystem engineers // *Oikos*. – 1994. – Vol. 69. – P. 373-386.
16. Кошкина А.И. Сурки и суслики – инженеры степей [Электронный ресурс] // *Tabigat media*. – 2023. URL: <https://tabigat.media/wildlife/surki-i-susliki-inzheneri-stepei> (дата обращения: 03.05.2024).
17. R Core Team. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. – 2024. Available from: <https://www.r-project.org/>
18. Kassambara A. Factoextra: extract and visualize the results of multivariate data analyses // *R package version*. – 2016. – Vol. 1.
19. Wickham H., Averick M., Bryan J., Chang W., McGowan L.D.A., François R., et al. Welcome to the Tidyverse // *Journal of open source software*. – 2019. – Vol. 4. – №. 43. – P. 1686.
20. Wickham H., Wickham H. Getting Started with ggplot2 // *ggplot2: Elegant graphics for data analysis*. – 2016. – P. 11-31.
21. Pearson K. LIII. On lines and planes of closest fit to systems of points in space // *The London, Edinburgh, and Dublin philosophical magazine and journal of science*. – 1901. – Vol. 2. – №. 11. – P. 559-572.
22. Halmy M.W. A. Assessing the impact of anthropogenic activities on the ecological quality of arid Mediterranean ecosystems (case study from the northwestern coast of Egypt) // *Ecological Indicators*. – 2019. – Vol. 101. – P. 992-1003.
23. Базарбеков К.У., Ляхов О.В. Животный мир Павлодарского Прииртышья (позвоночные животные). – Павлодар: Научный издательский центр Павлодарского Гос. Университета им. Торайгырова, 2004. – 336 с.
24. Литвинов Ю.Н., Дупал Т.А., Ержанов Н.Т. Особенности организации сообществ землероек открытых ландшафтов Сибири и Северного Казахстана // *Сибирский экологический журнал*. – 2015. – №22 (2). – С. 259-267.
25. Сергазинова З. М. Характеристика фауны мелких млекопитающих степных сообществ Северного Казахстана // *Вестник государственного университета им. Шакарима*. – Семей, 2018. – № 1 (81). – С. 131-136.
26. Слудский А.А., Варшавский С.Н., Исмагилов М.И., Капитонов В.И., Шубин И.Г. Млекопитающие Казахстана. В четырех томах. Том первый, часть первая. Грызуны (сурки и суслики) / Под редакцией А.А. Слудского. – Алма-Ата: Изд. Наука КазССР, 1969. – 456 с.
27. Слудский А.А., Бекенов А., Борисенко В.А., Грачев Ю.А., Исмагилов М.И., Капитонов В.И., Страутман Е.И., Федосенко А.К., Шубин И.Г. Млекопитающие Казахстана. В четырех томах. Том первый, часть вторая. Грызуны (кроме сурков, сусликов, земляной белки, песчанок и полевок) / Под редакцией А.А. Слудского. – Алма-Ата: Изд. Наука КазССР, 1977. – 536 с.
28. Слудский А.А., Борисенко В.А., Капитонов В.И., Шубин И.Г. и др. Млекопитающие Казахстана. В четырех томах. Том первый, часть третья. Грызуны (песчанки, полёвки, алтайский цокор) / Под редакцией А.А. Слудского. – Алма-Ата: Изд. Наука КазССР, 1978. – 491 с.
29. Слудский А.А., Бернштейн А.Д., Шубин И.Г. Фадеев В.А., Орлов Г.И., Байтанаев О.А., Бекенов А., Капитонов В.И., Утинов С.Р. Млекопитающие Казахстана. В четырех томах. Том второй. Зайцеобразные / Под редакцией А.А. Слудского и Е.И. Страутмана. – Алма-Ата: Изд. Наука КазССР, 1980. – 238 с.
30. Слудский А.А., Бадамшин Б.И., Бекенов А., Грачев Ю.А., Кыдырбаев Х.К., Лазарев А.А., Страутман Е.И., Фадеев В.А., Федосенко А.К. Млекопитающие Казахстана. В четырех томах. Том третий, Часть первая. Хищные (собачьи, медведьи, енотовые), Ластоногие (настоящие тюлени) / Под редакцией Е.В. Гвоздева и Е.И. Страутмана. – Алма-Ата: Изд. Наука КазССР, 1981. – с. 244 с.

31. Слудский А.А., Афанасьев Ю.Г., Бекенов А., Грачев Ю.А., Лобачев Ю.С., Махмутов С., Страутман Е.И., Федосенко А.К., Шубин И.Г. Млекопитающие Казахстана. В четырех томах. Том третий, часть вторая. Хищные (куньи, кошки) / Под редакцией Е.В. Гвоздева и Е.И. Страутмана. – Алма-Ата: Изд. Наука КазССР, 1982. – 264 с.
32. Слудский А.А., Бекенов А., Жевнеров В.В., Капитонов В.И., Фадеев В.А., Федосенко А.К. Млекопитающие Казахстана. В четырех томах. Том третий, часть третья. Парнокопытные (полорогие) / Под редакцией Е.В. Гвоздева и В.И. Капитонова. – Алма-Ата: Изд. Наука КазССР, 1983. – 248 с.
33. Слудский А.А., Байдавлетов Р.Ж., Бекенов А., Жиряков В.А., Поле В.Б., Фадеев В.А., Федосенко А.К. Млекопитающие Казахстана. В четырех томах. Том третий, часть четвертая. Парнокопытные (олени, кабарговые, свиньи) и Непарнокопытные (лошадиные) / Под редакцией Е.В. Гвоздева и Е.И. Страутмана. – Алма-Ата: Изд. Наука КазССР, 1983. – 232 с.
34. Бекенов А., Бутовский П.М., Касабеков Б.Б., Ланкин П.М., Стрелков П.П., Стогов И.И., Федосенко А.К., Шаймарданов Р.Т., Шубин И.Г. Млекопитающие Казахстана. В четырех томах. Том четвертый. Насекомоядные и Рукокрылые / Под редакцией Е.В. Гвоздева и Е.И. Страутмана. – Алма-Ата: Изд. Наука КазССР, 1985. – 280 с.

References

1. Bazarbekov, K. U., & Lyakhov, O. V. (2004). *Zhivotnyy mir Pavlodarskogo Priirtysh'ya (pozvonochnye zhivotnye)* [Wildlife of Pavlodar Irtysh (vertebrate animals)]. Pavlodar: Scientific Publishing Center of Toraygyrov Pavlodar State University, 336 p.
2. Bekenov, A., Butovsky, P.M., Kasabekov, B.B., Lankin, P.M., Strelkov, P.P., Stogov, I.I., Fedosenko, A.K., Shaymardanov, R.T., & Shubin, I.G. (1985). *Mlekovitayushchie Kazakhstana. V chetyrehk tomakh. Tom chetvertyy. Nasekomoyadnye i Rukokrylye* [Mammals of Kazakhstan. In four volumes. Volume four. Insectivores and Chiropterans]. Edited by E.V. Gvozdeva and E.I. Strautman. Almaty: Publishing House of Science of the Kazakh SSR, 280 p.
3. Crooks, K. R., Burdett, C. L., Theobald, D. M., Rondinini, C., & Boitani, L. (2011). Global patterns of fragmentation and connectivity of mammalian carnivore habitat. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 366(1578), 2642-2651.
4. Formozov, A. N. (1952). *Metody ucheta chislennosti i geograficheskogo raspredeleniya nazemnykh pozvonochnykh* [Methods for accounting the number and geographical distribution of terrestrial vertebrates]. Moscow: Academy of Sciences of the USSR, 343 p.
5. Frank, D. A., & McNaughton, S. J. (1991). Stability increases with diversity in plant communities: empirical evidence from the 1988 Yellowstone drought. *Oikos*, 360-362.
6. Goodman, D. (1975). The theory of diversity-stability relationships in ecology. *The Quarterly Review of Biology*, 50(3), 237-266.
7. Halmy, M. W. A. (2019). Assessing the impact of anthropogenic activities on the ecological quality of arid Mediterranean ecosystems (case study from the northwestern coast of Egypt). *Ecological Indicators*, 101, 992-1003.
8. Jones, C.G., Lawton, J.H., & Shachak, M. (1994) Organisms as ecosystem engineers. *Oikos*, 69, 373-386.
9. Kassambara, A. (2016). Factoextra: extract and visualize the results of multivariate data analyses. *R package version*, 1.
10. Koshkina, A. I. (2023). Surki i susliki – inzheneri stepey [Marmots and ground squirrels – engineers of the steppes] [Electronic resource]. *Tabigat media*. URL: <https://tabigat.media/wildlife/surki-i-susliki-inzheneri-stepei> (accessed on: 03 May 2024).
11. Lacher Jr, T. E., Davidson, A. D., Fleming, T. H., Gómez-Ruiz, E. P., McCracken, G. F., Owen-Smith, N., ... & Vander Wall, S. B. (2019). The functional roles of mammals in ecosystems. *Journal of Mammalogy*, 100(3), 942-964.
12. Lintulaakso, K., Tatti, N., & Žliobaitė, I. (2023). Quantifying mammalian diets. *Mammalian Biology*, 103(1), 53-67.
13. Litvinov, Yu. N., Dupal, T. A., & Erzhanov, N. T. (2015). Osobennosti organizatsii soobshchestv zemleroyek otkrytykh landshaftov Sibiri i Severnogo Kazakhstana [Features of the organization of shrew communities in the open landscapes of Siberia and Northern Kazakhstan]. *Siberian Ecological Journal*, 22(2), 259-267.
14. Millennium Ecosystem Assessment (2005). *Ecosystems and human well-being: wetlands and water*. World Resources Institute.
15. Novikov, G. A. (1953). Rol' pozvonochnykh zhivotnykh v zhizni lesa [The role of vertebrates in forest life]. *Zhivotnyy mir SSSR* [Animal World of the USSR]. Moscow: Academy of Sciences of the USSR, 304 p.
16. Oleynikov, A. Yu., Bizhanova, N. A., Kantarbayev, S. S., & Alikhanova, A. A. (2024). Teriofauna kazakhstanskoy chasti basseyna Irtysha [Teriofauna of the Kazakh part of the Irtysh basin]. *Bulletin KazNU. Series Ecological*, in press.
17. Pacifici, M., Visconti, P., & Rondinini, C. (2018). A framework for the identification of hotspots of climate change risk for mammals. *Global Change Biology*, 24(4), 1626-1636.
18. Pearson, K. (1901). LIII. On lines and planes of closest fit to systems of points in space. *The London, Edinburgh, and Dublin philosophical magazine and journal of science*, 2(11), 559-572.
19. R Core Team (2024). R: A language and environment for statistical computing. *R Foundation for Statistical Computing*, Vienna, Austria. Available from: <https://www.r-project.org/>
20. Ripple, W. J., Estes, J. A., Beschta, R. L., Wilmers, C. C., Ritchie, E. G., Hebblewhite, M., et al. (2014). Status and ecological effects of the world's largest carnivores. *Science*, 343(6167), 1241484.
21. Ripple, W. J., Newsome, T. M., Wolf, C., Dirzo, R., Everatt, K. T., Galetti, M., et al. (2015). Collapse of the world's largest herbivores. *Science advances*, 1(4), e1400103.

22. Schipper, J., Chanson, J. S., Chiozza, F., Cox, N. A., Hoffmann, M., Katariya, V., et al. (2008). The status of the world's land and marine mammals: diversity, threat, and knowledge. *Science*, 322(5899), 225-230.
23. Sergazinova, Z. M. (2018). Kharakteristika fauny melkikh mlekopitayuschikh stepnykh soobshchestv Severnogo Kazakhstana [Characteristics of the fauna of small mammals in the steppe communities of Northern Kazakhstan]. *Bulletin of the Shakarim State University*, 1(81), 131-136.
24. Sludskiy, A.A., Afanas'ev, Yu.G., Bekenov, A., Grachev, Yu.A., Lobachev, Yu.S., Makhmutov, S., Strautman, E.I., Fedosenko, A.K., & Shubin, I.G. (1982). *Mlekopitayushchie Kazakhstana. V chetyrekh tomakh. Tom tretiy, chast' vtoraya. Khishchnye (kun'i, koshki)* [Mammals of Kazakhstan. In four volumes. Volume three, part two. Carnivores (mustelids, felids)]. Edited by E.V. Gvozdeva and E.I. Strautman. Almaty: Publishing House of Science of the Kazakh SSR, 264 p.
25. Sludskiy, A.A., Badamshin, B.I., Bekenov, A., Grachev, Yu.A., Kydyrbayev, Kh.K., Lazarev, A.A., Strautman, E.I., Fadeev, V.A., & Fedosenko, A.K. (1981). *Mlekopitayushchie Kazakhstana. V chetyrekh tomakh. Tom tretiy, Chast' pervaya. Khishchnye (sobach'i, medvezh'i, enotovyie), Lastonogie (nastoyaschiye tyuleni)* [Mammals of Kazakhstan. In four volumes. Volume three, Part one. Carnivores (canids, ursids, procyonids), Pinnipeds (true seals)]. Edited by E.V. Gvozdeva and E.I. Strautman. Almaty: Publishing House of Science of the Kazakh SSR, 244 p.
26. Sludskiy, A.A., Baydavletov, R.Zh., Bekenov, A., Zhiryakov, V.A., Pole, V.B., Fadeev, V.A., Fedosenko, A.K. (1983). *Mlekopitayushchie Kazakhstana. V chetyrekh tomakh. Tom tretiy, chast' chetvertaya. Parnokopytnye (olen'i, kabargovye, svinie) i Neparnokopytnye (loshadinye)* [Mammals of Kazakhstan. In four volumes. Volume three, part four. Ungulates (cervids, moschids, suids) and Perissodactyls (equids)]. Edited by E.V. Gvozdeva and E.I. Strautman. Almaty: Publishing House of Science of the Kazakh SSR, 232 p.
27. Sludskiy, A.A., Bekenov, A., Borisenko, V.A., Grachev, Yu.A., Ismagilov, M.I., Kapitonov, V.I., Strautman, E.I., Fedosenko, A.K., & Shubin, I.G. (1977). *Mlekopitayushchie Kazakhstana. V chetyrekh tomakh. Tom pervyy, chast' vtoraya. Gryzuny (krome surkov, suslikov, zemlyanoy belki, peschanok i polevok)* [Mammals of Kazakhstan. In four volumes. Volume one, part two. Rodents (except marmots, ground squirrels, ground squirrel, gerbils and voles)]. Edited by A.A. Sludskiy. Almaty: Publishing House of Science of the Kazakh SSR, 536 p.
28. Sludskiy, A.A., Bekenov, A., Zhevnerov, V.V., Kapitonov, V.I., Fadeev, V.A., Fedosenko, A.K. (1983). *Mlekopitayushchie Kazakhstana. V chetyrekh tomakh. Tom tretiy, chast' tret'ya. Parnokopytnye (polorogie)* [Mammals of Kazakhstan. In four volumes. Volume three, part three. Ungulates (bovids)]. Edited by E.V. Gvozdeva and V.I. Kapitonov. Almaty: Publishing House of Science of the Kazakh SSR, 248 p.
29. Sludskiy, A.A., Bernstein, A.D., Shubin, I.G., Fadeev, V.A., Orlov, G.I., Baytanaev, O.A., Bekenov, A., Kapitonov, V.I., Utinov, S.R. (1980). *Mlekopitayushchie Kazakhstana. V chetyrekh tomakh. Tom vtoroy. Zaytseobraznye* [Mammals of Kazakhstan. In four volumes. Volume two. Lagomorphs]. Edited by A.A. Sludskiy and E.I. Strautman. Almaty: Publishing House of Science of the Kazakh SSR, 238 p.
30. Sludskiy, A.A., Borisenko, V.A., Kapitonov, V.I., Shubin, I.G., et al. (1978). *Mlekopitayushchie Kazakhstana. V chetyrekh tomakh. Tom pervyy, chast' tret'ya. Gryzuny (peschanki, polevki, altayskiy tsokor)* [Mammals of Kazakhstan. In four volumes. Volume one, part three. Rodents (gerbils, voles, Altai zokor)]. Edited by A.A. Sludskiy. Alma-Ata: Publishing House of Science of the Kazakh SSR, 491 p.
31. Sludskiy, A.A., Varshavskiy, S.N., Ismagilov, M.I., Kapitonov, V.I., & Shubin, I.G. (1969). *Mlekopitayushchie Kazakhstana. V chetyrekh tomakh. Tom pervyy, chast' pervaya. Gryzuny (surki i susliki)* [Mammals of Kazakhstan. In four volumes. Volume one, part one. Rodents (marmots and ground squirrels)]. Edited by A.A. Sludskiy. Almaty: Publishing House of Science of the Kazakh SSR, 456 p.
32. Timpane-Padgham, B. L., Beechie, T., & Klinger, T. (2017). A systematic review of ecological attributes that confer resilience to climate change in environmental restoration. *PLoS One*, 12(3), e0173812.
33. Wickham, H., Averick, M., Bryan, J., Chang, W., McGowan, L. D. A., François, R., et al. (2019). Welcome to the Tidyverse. *Journal of open source software*, 4(43), 1686.
34. Wickham, H., & Wickham, H. (2016). Getting Started with ggplot2. *ggplot2: Elegant graphics for data analysis*, 11-31.

Информация об авторах:

Бижанова Назерке Алимкызы – PhD по биологии, старший научный сотрудник Лаборатории териологии РГП на ПХВ «Институт зоологии» КН МНВО РК, Алматы, Казахстан, Группа специалистов по кошачьим Комиссии по выживанию видов МСОП (Гланд, Швейцария, e-mail: nazerke.bizhanova@zool.kz)

Олейников Алексей Юрьевич – кандидат биологических наук, научный сотрудник Лаборатории териологии РГП на ПХВ «Институт зоологии» КН МНВО РК, Алматы, Казахстан, эксперт Группы специалистов по выдрам Комиссии по выживанию видов МСОП (Гланд, Швейцария, e-mail: oleynikov.pr@gmail.com)

Кантарбаев Санжар Сакенович – магистр естественных наук, младший научный сотрудник Лаборатории биоценологии и охотоведения РГП на ПХВ «Институт зоологии» КН МНВО РК (Алматы, Казахстан, e-mail: sanzhar.kantarbaev@zool.kz)

Грачев Алексей Александрович – заведующий Лабораторией териологии РГП на ПХВ «Институт зоологии» КН МНВО РК (Алматы, Казахстан, e-mail: alexey.grachev@zool.kz)

Information about authors:

Bizhanova Nazerke Alimkyzy – PhD in Biology, Senior Researcher at the Theriology Laboratory of the RSE on REM “Institute of Zoology” of the CS MSHE RK, Almaty, Kazakhstan, expert of the Cat Specialist Group, IUCN Species Survival Commission (Gland, Switzerland, e-mail: nazerke.bizhanova@zool.kz)

Oleynikov Aleksey Yuryevich – PhD in Biology, Researcher at the Theriology Laboratory of the RSE on REM “Institute of Zoology” of the CS MSHE RK, Almaty, Kazakhstan, expert of the Otter Specialist Group, IUCN Species Survival Commission (Gland, Switzerland, e-mail: oleynikov.pr@gmail.com)

Kartarbayev Sanzhar Sakenovich – Master of Natural Sciences, Junior Researcher at the Biocenology and Game Science Laboratory of the RSE on REM “Institute of Zoology” of the CS MSHE RK (Almaty, Kazakhstan, e-mail: sanzhar.kantarbayev@zool.kz)

Grachev Alexey Alexandrovich – Head of the Theriology Laboratory of the RSE on REM “Institute of Zoology” of the CS MSHE RK (Almaty, Kazakhstan, e-mail: alexey.grachev@zool.kz)

Поступило 27 июня 2024 года

Принято 20 мая 2025 года

ПРИЛОЖЕНИЕ

Таблица А.1 – Значения главных компонент (PC) для профилей

Профиль	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5	PC6	PC7
1	-2.93	-0.48	-0.69	-0.19	0.47	-0.99	8.326673e-17
2	-0.64	-1.98	-1.51	-0.72	0.04	0.81	-1.214306e-15
3	-3.07	1.24	1.85	-0.25	-0.34	0.48	-1.998401e-15
4	2.52	-1.59	1.15	-0.62	-0.92	-0.45	-5.273559e-15
5	1.91	-0.44	1.08	0.66	1.41	0.15	5.689893e-15
6	2.04	2.91	-1.04	-0.89	0.05	-0.05	-2.997602e-15
7	0.17	0.34	-0.83	2.02	-0.71	0.05	5.367234e-15