

DOI 10.54596/2309-6977-2021-2-14-21

УДК 596

МРНТИ 34.33.27

**МЛЕКОПИТАЮЩИЕ В УСЛОВИЯХ АНТРОПОГЕННОГО
ВЛИЯНИЯ НА АРЕАЛ****Заканова А.Н.¹, Ержанов Н.Т.¹, Литвинов Ю.Н.², Сергазинова З.М.¹**¹*Торайгыров университет, Павлодар, Казахстан*²*Институт систематики и экологии, Новосибирск, Россия***Аннотация**

Млекопитающие распространены повсеместно на территории Павлодарской области (Северо-Восток Казахстана). В ареалах, подверженных интенсивному антропогенному влиянию доминируют виды *Microtus gregalis* и *Sicista subtilis*. Мелкие млекопитающие проживают в условиях эмиссии крупных предприятий тяжелой промышленности. Рядом с крупными заводами и автомагистралями присутствуют SO_2 (IV) и N (IV), CO (II), твердые фториды, HF, бенз(а)пирен; V, Cr, Mn, Fe, Ni, Cu, Zn, Pb. Животные получают токсичные вещества с пищей через трофические уровни и при дыхании. Насекомоядные млекопитающие страдают от загрязнений больше, чем грызуны. Фтор накапливается в костной ткани. Тяжелые металлы присутствуют в шерсти, печени, почках, легких, половых органах и опорно-двигательном аппарате млекопитающих. Самым опасным для здоровья животных является бенз(а)пирен, который в малых количествах является мутагеном. Степень влияния токсичных веществ уменьшается, по мере удаленности ареала от источников загрязнения.

Ключевые слова: мелкие млекопитающие, ареал, антропогенное влияние, токсические вещества, тяжелые металлы, эмиссия.

**АРЕАЛЫНА АНТРОПОГЕНДІК ӘСЕР ЕТУ ЖАҒДАЙЫНДАҒЫ
СҮТҚОРЕКТІЛЕР****Заканова А.Н.¹, Ержанов Н.Т.¹, Литвинов Ю.Н.², Сергазинова З.М.¹**¹*Торайгыров Университеті, Павлодар, Қазақстан*²*Жануарлардың жүйеленуі және экологиясы институты, Новосибирск, Ресей***Аңдатпа**

Сүтқоректілер Павлодар облысының аумағында (Қазақстанның солтүстік-шығысы) барлық жерінде таралған. Антропогенді әсер байқалатын ареалдарында *Microtus gregalis* және *Sicista subtilis* түрлері басым болып келеді. Ұсақ сүтқоректілер ауыр өнеркәсіптің ірі кәсіпорындарының эмиссиясы жағдайында өмір сүреді. Ірі зауыттар мен тас жолдардың маңында күкірт (IV) және азот (IV) тотықтары, көміртегі (II) оксиді, қатты фторидтер, сутегі фториді, бенз(а)пирен; ванадий, хром, марганец, темір, никель, мыс, мырыш, қорғасын тәрізді химиялық заттар кездеседі. Жануарлар улы заттарды қорекпен бірге трофикалық деңгейлер және тыныс алу арқылы алады. Жәндіктермен қоректенетін сүтқоректілер кеміргіштерге қарағанда ластанудан көбірек зардап шегеді. Фтор сүйек ұлпаларында жиналады. Ауыр металдар сүтқоректілердің терісінде, бауырында, бүйректерінде, өкпеде, жыныс мүшелері мен тірек-қимыл аппаратында болады. Жануарлардың денсаулығы үшін ең қауіпті-бенз(а)пирен, оның аз мөлшері мутаген болып табылады. Улы заттардың әсер ету деңгейі, ареалы ластану көзінен неғұрлым алшақ жатқан жағдайда төмендейді.

Түйінді сөздер: ұсақ сүтқоректілер, ареал, антропогендік әсер, улы заттар, ауыр металдар, эмиссия.

**MAMMALS IN THE CONDITIONS OF ANTHROPOGENIC IMPACT
ON THE HABITAT**

Zakanova A.N.¹, Yerzhanov N.T.¹, Litvinov Y.N.², Sergazinova Z.M.¹

¹*Toraigyrov University, Pavlodar, Kazakhstan*

²*Institute of Systematics and Ecology of Animals, Novosibirsk, Russia*

Annotation

Mammals are distributed everywhere on the territory of the Pavlodar region (North-East of Kazakhstan). The narrow-crusted vole and steppe mouse species dominate in the anthropogenic habitats. Small mammals live in the conditions of emission of large enterprises of heavy industry. There are oxides of sulfur (IV) and nitrogen (IV), carbon monoxide (II), solid fluorides, hydrogen fluoride, benz(a)pyrene; V, Cr, Mn, Fe, Ni, Cu, Zn, Pb near large factories and highways. Animals receive toxic substances from food through trophic levels and through respiration. Insectivorous mammals suffer from pollution more than rodents. Fluoride accumulates in the bone tissue. Heavy metals are present in the coat, liver, kidneys, lungs, genitals and musculoskeletal system of mammals. The most dangerous for animal health is benz (a) pyrene, which is a mutagen in small quantities. The degree of influence of toxic substances decreases with the remoteness of the habitat from the sources of pollution.

Keywords: small mammals, habitat, anthropogenic influence, toxic substances, heavy metals, emission.

Введение

Атмосферные загрязнения могут быть причиной изменения качества воздуха от самых очевидных последствий, такие как смог до незаметных на первый взгляд, например, повышение температуры в городах, изменения в выпадении осадков в регионе. Постоянно увеличивающееся антропогенное влияние на биосферу стали причиной острых проблем. Природные ресурсы, такие как вода, воздух, почва, подвергшиеся интоксикации, могут стать причиной гибели или морфофизиологических патологических изменений на различных организационных уровнях организмов животных. Значимую роль в загрязнении экосистем играет тяжелая промышленность, цветная металлургия, при работе которых в воздух могут попадать опасные вещества, такие как бенз(а)пирен или фтористые соединения.

Современное общество уже не может существовать без заводов, фабрик, электро- и гидроэлектростанций. Все эти объекты являются источниками загрязнения окружающей среды. Такая экологическая тенденция прослеживается во многих городах мира. Индустриальные предприятия могут засорять окружающую среду различными путями. Особо часто происходит химическое загрязнение, например, формальдегиды (НСНО), сернистый газ (SO₂), хлор (Cl), угарный газ (CO), фенолы (C₆H₆O, C₆H₅OH), сероводород (H₂S). Данный вид воздействия влияет на все компоненты экосистем: биотические и абиотические.

Вопрос техногенного влияния на абиотические компоненты экосистем в городе Павлодаре является одной из наиболее актуальных. В 2020 году на отчетной коллегии министерства экологии, геологии и природных ресурсов было заявлено, что Павлодарская область является чемпионом по объему выбросов в окружающую среду в Казахстане. В первую очередь, это объясняется наличием в атмосфере специфических веществ, поступающих преимущественно с градообразующих промышленных предприятий Павлодарской области.

Павлодарская область играет большую роль в развитии тяжелой промышленности Казахстана. В этой связи актуальными являются исследование влияния

индустриального загрязнения окружающей среды в организмах, на примере мелких млекопитающих животных. Также регион является лидером по числу людей, страдающими онкологическими заболеваниями. Имеется ли корреляционная зависимость между этими двумя компонентами, также вопрос открытый. Вопрос исследования: Как антропогенное загрязнение влияет на строение и функционирование млекопитающих организмов, ареал которых являются территории близ крупных заводов?

Цель исследования. Изучить влияние антропогенного загрязнения на организмы животных разных популяций

Полученные данные о влиянии промышленных атмосферных загрязнителей на отдельные организмы и морфофизиологические показатели разных популяций млекопитающих служат основой для прогнозирования влияния токсичных атмосферных газов на организмы человека.

Методы исследования

Firket J. Shrenk HH, Heimann H и др. стали описывать негативное влияние загрязнений воздуха с момента первых эпизодов экстремальных выбросов в 30-х – 50-х гг. прошлого столетия. Они включали случаи в долине Мааса, Бельгия, в декабре 1930 года, случай в Доноре, Пенсильвания, в 1948 году и несколько случаев в Лондоне, Англия [1]. Внезапное значительное увеличение заболеваемости и смертности среди населения, сопровождавшее такие эпизоды, показало, что загрязнение воздуха может отрицательно сказаться на здоровье людей. D.W. Dockery и C.A. Pope, описали связь между ежедневной смертностью и концентрацией взвешенных частиц в различных общинах по всей территории Соединенных Штатов. В 1990 году была зарегистрирована связь между концентрацией частиц и ежедневной смертностью жителей округа Санта-Клара, штат Калифорния, за период 1980-1986 годов [1]. Были проведены исследования функции легких в группах детей для оценки влияния эпизодов загрязнения воздуха твердыми частицами на детей. У детей младшего школьного возраста в Стьюбенвилле еженедельно измеряли функцию легких до, во время и после эпизодов выбросов твердых частиц и диоксида серы в течение четырех периодов с 1978 по 1980 год. Сообщалось, что после этих эпизодов объем выдыхаемого воздуха в течение трех четвертей секунды (FEV₇₅) снижался. Было высказано предположение, что функция легких оставалась подавленной в течение двух недель после этого эпизода. Исследование еженедельного измерения функции легких у школьников в Нидерландах после эпизода выброса диоксида серы и твердыми частицами в январе 1985 года сообщалось об уменьшении объема форсированного выдоха за одну секунду, которое было аналогично по величине и структуре запаздывания наблюдениям в Стьюбенвилле годов [1]. Все эти исследования подтверждают влияние токсичных газов на функциональное состояние организма человека. Какие же изменения происходят в тканях млекопитающих под воздействием исследуемых газов?

Ученые используют растения в качестве биологических индикаторов загрязнений окружающей среды. Благодаря растениям возможно ранее обнаружение проблем в экологической обстановке региона, т.к. они обладают способностью к аккумуляции определенных токсикантов. Растения, прорастающие вдоль дорог, характеризуются большим скоплением диоксида серы в тканях листа. Скопление фторидов в листьях служат хорошим индикатором, т.к. даже в не больших количествах сигнализирует об антропогенном загрязнении [2].

Известно, что животные так же могут служить хорошими индикаторами загрязнения, т.к. являются консументами и обитают в разных трофических уровнях и аккумулируют через пищевые цепи токсические вещества [2]. В литературе плохо описаны случаи влияния загрязняющих выбросов именно у животного или человеческого организма. Есть данные изучения хронического ингаляционного воздействия седиментированной пыли содержащей соли тяжелых металлов с территории г. Аральска Кызылординской области. *Rattus* отвечает на постоянное воздействие патологиями в кровообращении печени: происходит воспаление портального тракта, проявляются признаки перипортального фиброза [3].

Тканевые изменения в организмах млекопитающих могут привести к поведенческим и физиолого-поведенческим параметрам, например проникновение токсикантов в соединительные ткани, гипотетически может повлиять на кровоснабжение, сердечный ритм и т.д. Ценность использования млекопитающих в исследовании обусловлена физиологической близостью к человеку и возможностью проведения параллелей.

Мелкие млекопитающие, такие как узкочерепная полевка, степная мышовка, джунгарский хомячок, повсеместно встречаются на урбанистических районах Павлодарской области [4]. Наблюдается корреляционная зависимость между техногенной нагрузкой на исследуемой территории и видовым составом популяций микромаммалий. С уменьшением пространства между крупным техногенным предприятием и ареалом наблюдается уменьшение биоразнообразия позвоночных животных, присутствие доминирования наиболее приспособленных видов. С увеличением пространства между заводами и местом обитания происходит уменьшение техногенной нагрузки и увеличение видоразнообразия, но из-за фрагментации ареалов может наблюдаться снижение численности некоторых видов позвоночных [5]. Однако, не стоит забывать, что на состав и структуру доминирования того или иного вида, помимо техногенной нагрузки на абиотические факторы, влияют и ландшафтно-географические особенности местности.

Северный Казахстан, где проводилось исследование, а именно Павлодарская область, представлен равнинами на северо-востоке, с самыми высокими точками до 100-150 метров над уровнем моря. Имеются водные резервуары, представленные озерными котлованами, небольшими холмами и гривами. Казахстанский мелкосопочник образует юго-западную часть, поднимающийся над уровнем моря от 200 до 350 метров. В Северо-восточном регионе протекает крупная река Иртыш, имеются соленые и пресные озера, расположенные преимущественно в пойме реки. Зима в Павлодарской области холодная, до -48°C . Самый холодный месяц – январь, средняя температура -13° -19°C . Лето теплое, самый жаркий месяц – июль, со средней температурой $+20^{\circ}\text{C}$. Средняя относительная влажность воздуха равна примерно 72-73%. Преобладают ветра, со средней скоростью 4-5 м/сек [5].

Факторы, или токсиканты, влияющие на организмы млекопитающих, на практике обычно затруднительно определить с полной достоверностью. Однако возможно сузить список загрязняющих веществ, присутствующих в исследуемом регионе изучив состав и объемы выбросов промышленных производств. Снижение количества токсикантов происходит методом выбора определенного числа химических элементов, которые в наибольшей степени обуславливают имеющиеся риски для организмов животных

Северо-Восточного региона Казахстана. Промышленными гигантами являются «Павлодарский Алюминиевый завод» (ПАЗ), «Казахстанский электролизный завод»

(КЭЗ), «Павлодарский нефтехимический завод», которые находятся на изучаемой территории.

Согласно исследованию [6], проводимому в Иркутской области (Россия), в которой находится Иркутский алюминиевый завод, в атмосферном воздухе возле автомагистрали и жилой зоне найдены множество мелких частиц, таких как SO_2 (IV) и N (IV), CO (II), твердые фториды, HF, бенз(а)пирен; V, Cr, Mn, Fe, Ni, Cu, Zn, Pb. Авторами [6] описывается зависимость концентрации токсикантов от времени года, так например в зимнее время (с декабря по февраль) и ноябрь содержание бенз(а)пирена, твердых фторидов, фтористого водорода становится максимальным. Имеются исследования [7] о воздействии выбросов алюминиевого производства на микроорганизмы, в частности грибы. На расстоянии 2 км (импактная зона) от Кольского алюминиевого завода количество грибных колониеобразующих единиц (КОЕ) меньше в 5 раз, чем в буферной, фоновой или контрольной зоне. На импактном участке длина грибницы составляла 3000 м/г ($\bar{x} = 12.4$, $p = 0,001$), биомасса 3,6 мг/г, по сравнению с контрольной зоной: длина мицелия 5000 м/г и биомасса 5,4 мг/г [7].

Поэтому можно сделать вывод и провести параллель между результатами исследований и о влиянии выбросов Павлодарского алюминиевого завода на организмы млекопитающих местного региона. Обычно бенз(а)пирен относят к опасным канцерогенам окружающей среды [8], обладающим свойствами биоаккумуляции.

Полевой этап исследования начинался со сбора объектов исследования в природе. Для чистоты эксперимента и для получения сравнительных данных параметров разнообразия, сбор животных производился на трех участках: на исследуемых территориях завода №1 (Павлодарский Алюминиевый завод) и №2 (Казахстанский Электролизный завод), находящихся вблизи города Павлодара и на контрольном участке, где антропогенное воздействие на экосистему значительно меньшей степени, чем на территориях, под воздействием негативных факторов.

Сроки полевого этапа исследования проводилось в генеративный период, а именно весенне-летний отрезок года, т.к. в это время наблюдается наиболее высокая активность и начало периода размножения мелких млекопитающих, населяющих селитебные зоны города Павлодар. Сбор осуществлялся в течении 4 месяцев в 2021 году, на протяжении 10 дней в каждом месяце. Сбор объектов осуществлялся при помощи капканов – давилок типа Геро и ловчих канавок.

Сбор мелких млекопитающих осуществлялся по методу Новикова Г.А. с применением стационарных учетных линий и трансект. Отлавливание животных производилось на протяжении 10 суток 1 раз в месяц с мая по сентябрь 2021 год. Контроль ловушек выполнялся в первой половине суток (чем жарче, тем раньше) для предотвращения разложения организма, съедение хищниками или падальщиками.

Проводилось изучение органов трех групп животных: контрольная группа (животные, проживающие вдали от загрязнения заводов), вторая группа (животные, проживающие вблизи завода 1), третья группа (животные, проживающие вблизи завода 2).

Результаты и обсуждение

Согласно Носенко Ю.Г., Сафарову Р.З., Мукановой Р.Ж. и др. в перечень веществ, выбрасываемых алюминиевым производством в Павлодарской области входят бенз(а)пирен, Cr, Ni, Al_2O_3 (оксид алюминия), NaOH (гидроксид натрия), CuO (оксид меди II), и т.д. [9]. Так же в атмосферу попадают оксиды серы (SO_2) и оксиды азота (NO_2), которые могут вступать во взаимодействие с биотическими и абиотическими

факторами среды. При контакте образуется серная (H_2SO_4) и азотная (HNO_3) кислоты, которые понижают pH осадков [10].

Алюминиевое производство богато выбросами, содержащими фтористые соединения, которые неблагоприятно влияют на опорно-двигательную систему (ОДС). Согласно исследованию Сергазиновой З.М., Абылхасанов Т.Ж., Ержанов Н.Т. в Северном Казахстане вблизи заводов из млекопитающих преобладает отряд Грызуны (*Rodentia*) [11]. Корреляционная зависимость накопления в костях фтора и удаленности от завода наблюдается у узкочерепной полевки (*Microtus gregalis* (Pallas, 1779)) и степной мышовки (*Sicista subtilis* (Pallas, 1773)). Максимальная концентрации фтора в ОДС приходится на ближайшее расстояние от заводов. Наибольшие значения содержания фтора наблюдаются в импактных зонах ПАЗ и КЭЗ (14.5–15.3 мг/кг) и в буферной зоне КЭЗ (12 мг/кг), что превышает норму ПДК (до 10 мг/кг) и фоновые значения (6.3 мг/кг) [12].

Бенз(а)пирен в окружающей среде аккумулируется в основном в почве, меньше в воде. Через абиотические факторы среды, бенз(а)пирен поступает в организмы растений и животных по пищевой цепи. Является одним из самых мощных проканцерогенов, химические и термически стабилен, имеет свойство к накоплению в организме. Предельно допустимых концентраций бенз(а)пирена не существует, считается, что даже в малых количества он способен вызывать лейкозы, молекулы способны интеркалироваться в нуклеиновые кислоты (ДНК) животных [13].

Поступая в организм консументов вместе с пищей, бенз(а)пирен проходит через ЖКТ и вместе с кровью попадает в печень млекопитающего. Бенз(а)пирен, как и многие полиароматические углеводы (ПАУ), обладает выраженной липофильностью и хорошо проходит через билипидный слой мембраны. В клетках трансформируется в дигидроксиэпоксид. В свою очередь метаболит образует ковалентные связи с ДНК образуя ДНК – аддукт [14]. Это может привести к мутации в онкогене и генесупрессоре. Таким образом, дигидроксиэпоксид является канцерогеном, способным вызывать образование злокачественных опухолей. Из-за особенностей кровоснабжения, метаболиты лучше всего аккумулируются в жировой ткани.

Особенности накопления тяжелых металлов в организмах мелких млекопитающих хорошо изучены на настоящий момент. Уровень аккумуляции токсичных веществ напрямую зависит от типа питания животного. Сравнивая млекопитающих грызунов и насекомоядных, накопление микроэлементов выше у насекомоядных млекопитающих. Среди грызунов, питающихся подземными частями растений, показатель тяжёлых металлов ниже, чем у видов, питающихся семенами [15]. Концентрации мышьяка, свинца, ртути, цинка максимальна в шерсти, медь преимущественно накапливается в печени. Все элементы в достаточном количестве находятся в легких и почках [16].

Закключение

В связи с этим, элементы химического загрязнения окружающей среды от крупных производств имеет свойство к биоаккумуляции в организмах мелких млекопитающих. Основным депо фтора является костная ткань. Его уровень в организмах напрямую зависит от удаленности ареала животного от источника эмиссии и типа питания. Принято, что насекомоядные млекопитающие страдают от загрязнений больше, чем грызуны. Тяжелые металлы имеют свойство накапливаться в шерсти млекопитающих, а также в печени, почках и легких, помимо этого наблюдается присутствие загрязняющих веществ в половых органах и опорно-двигательном

аппарате. Наиболее опасным для здоровья животных является ПАУ – бенз(а)пирен, которые имеет свойство накапливаться в жировой ткани и является мутагенном, что приводит к образованию злокачественных опухолей.

Литература:

1. Dockery, D.W., Pope, C.A. Acute respiratory effects of particulate air pollution [Text]. – USA: Harvard School of Public Health, 1994. – 119 p. [англ.яз.].
2. Бубнов, А.Г., Биотестовый анализ - интегральный метод оценки качества объектов окружающей среды: учеб. пособие [Текст]. – А.Г. Бубнов, С.А. Буймова, А.А. Гущин, Т.В. Извекова, – Иваново, 2007. – 112 с.
3. Батырбекова, Л.С., Морфологическое изменения в печени крыс при хроническом ингаляционном воздействии седиментированной пыли г. Аральск Кызылординской области [Текст] / А.У. Аманбекова, Е.О. Полякова, А.А. Мельдебекова, Э.В. Итаева, Б.Д. Жапарқұл, Г.К. Рахимжанова // Научный форум: медицина, биология и химия. – Москва, 2019. – С. 25-36.
4. Сергазинова, З.М., Дупал Т.А., Литвинов Ю.А., Ержанов Н.Т. Воздействие выбросов алюминиевого производства в Северном Казахстане на видовую структуру и характер накопления фтора у мелких млекопитающих. // Принципы экологии. Петрозаводск, 2018. – С. 60-74
5. Дупал, Т.А., Сергазинова, З.М., Ержанов, Н.Т., Литвинов Ю.А. Предварительный анализ изменений структуры сообществ мелких млекопитающих под влиянием промышленных загрязнений в условиях Северного Казахстана [Текст] // Сибирский экологический журнал. – Новосибирск, 2017. – С. 789-797
6. Сирина, Н.В. Оценка воздействия на атмосферный воздух предприятий алюминиевой промышленности [Текст] // Известия Иркутского государственного университета. Серия «Науки о Земле». – Иркутск, 2008. – С. 181-188.
7. Евдокимова, Г.А., Зенкова, И.В. Влияние выбросов алюминиевого завода на биоту почв Кольского полуострова [Текст] // Почвоведение. – Апатиты, 2003. – С. 973-979.
8. Guidelines for drinking-water quality, 2nd ed. Health criteria and other supporting information. World Health Organization, Geneva, 1998.
9. Носенко, Ю.Г., Сафаров, Р.З., Муканова, Р.Ж., Жунусова, К.З., Баймурат, М., Жанибекова, А.Т. Экологические проблемы Павлодарской области [Текст] // International scientific conference “Global Science and Innovations 2018”. – Eger, Hungary, 2018. – С. 217-223.
10. Mohajan, H. Acid Rain is a Local Environment Pollution but Global Concern [Text] // Open Science Journal of Analytical Chemistry. – 2019. – №5(3). – pp. 47-55.
11. Сергазинова, З.М., Абылхасанов, Т.Ж., Ержанов, Н.Т. Экология мелких млекопитающих павлодарской области [Текст] // Вестник ИрГСХА. Биология. Охрана природы. – 2017. – № 83. – С. 192.
12. Сергазинова, З.М., Дупал, Т.А., Литвинов, Ю.Н., Ержанов, Н.Т., Конарбаева, Г.А. Воздействие выбросов алюминиевого производства в Северном Казахстане на видовую структуру и характер накопления фтора у мелких млекопитающих [Текст] // Принципы экологии. – 2018. – № 3. – С. 60–74.
13. Шелепова, В.С., Звягинцева, А.В. Бензапирен - химико-биологическая проблемы современности (C20H12) [Текст] // Пожарная безопасность: проблемы и перспективы. – 2017. – №1(8). – С. 477-480.
14. Chemical agents and related occupations // A Review of Human Carcinogens [Text] // International Agency for Research on Cancer. – France, 2012. – № 100F. – 628 p.
15. Быкова, Е.А., Гашев, С.Н. Особенности накопления микроэлементов в организме мелких млекопитающих в условиях урбанизации [Текст] // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2014. – №1(4). – С. 1144-1148.
16. Fedorova E.V., Malyshev V.S., Borovkova A.M. The health abnormalities under the technogenic exposures risks analysis [Text] //Journal of Physics: Conference Series. – IOP Publishing, 2017. – Т. 891. – №. 1. – С. 012370.

Literatura:

1. Dockery, D.W., Pope, C.A. Acute respiratory effects of particulate air pollution [Text]. – USA: Harvard School of Public Health, 1994. – 119 p. [англ.яз.].

2. Bubnov, A.G., Biotestovyy analiz - integral'nyy metod otsenki kachestva ob'ektov okruzhayushhej sredy: ucheb. posobie [Tekst]. – A.G. Bubnov, S.A. Bujmova, A.A. Gushhin, T.V. Izvekova, – Ivanovo, 2007. – 112 s.
3. Batyrbekova, L.S., Morfologicheskoe izmeneniya v pecheni krysa pri khronicheskom ingalyatsionnom vozdeystvii sedimentirovannoy pyli g. Aral'sk kyzylordinskoj oblasti [Tekst] / A.U. Amanbekova, E.O. Polyakova, A.A. Mel'debekova, E.H.V. Itaeva, B.D. ZHaparkyl, G.K. Rakhimzhanova // Nauchnyy forum: meditsina, biologiya i khimiya. – Moskva. – 2019. – S. 25-36.
4. Sergazinova, Z.M., Dupal T.A., Litvinov YU.A., Erzhanov N.T. Vozyeystvie vybrosov alyuminievogo proizvodstva v Severnom Kazakhstane na vidovuyu strukturu i kharakter nakopleniya flora u melkikh mleko-pitayushchikh. // Printsipy ekhologii. Petrozavodsk, 2018. – S. 60-74
5. Dupal, T.A., Sergazinova, Z.M., Erzhanov, N.T., Litvinov YU.A. Predvaritel'nyy analiz izmeneniy struktury soobshhestva melkikh mleko-pitayushchikh pod vliyaniem promyshlennykh zagryazneniy v usloviyakh Severnogo Kazakhstana [Tekst] // Sibirskiy ekhologicheskij zhurnal. – Novosibirsk, 2017. – S. 789-797
6. Sirina, N.V. Otsenka vozyeystviya na atmosferynyy vozdukh predpriyatij alyuminievoy promyshlennosti [Tekst] // Izvestiya Irkutskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya «Nauki o Zemle». – Irkutsk, 2008. – S. 181-188.
7. Evdokimova, G.A., Zenkova, I.V. Vliyaniye vybrosov alyuminievogo zavoda na biotu pochvy Kol'skogo poluoostrova [Tekst] // Pochvovedenie. – Apatity, 2003. – S. 973-979.
8. Guidelines for drinking-water quality, 2nd ed. Health criteria and other supporting information. World Health Organization, Geneva, 1998.
9. Nosenko, YU.G., Safarov, R.Z., Mukanova, R.ZH., ZHunusova, K.Z., Bajmurat, M., ZHanibekova, A.T. EHkologicheskie problemy Pavlodarskoj oblasti [Tekst] // International scientific conference “Global Science and Innovations 2018”. – Eger, Hungary, 2018. – C. 217-223.
10. Mohajan, H. Acid Rain is a Local Environment Pollution but Global Concern [Text] // Open Science Journal of Analytical Chemistry. – 2019. – №5(3). – pp. 47-55.
11. Sergazinova, Z.M., Abylkhasanov, T.ZH., Erzhanov, N.T. EHkologiya melkikh mleko-pitayushchikh pavlodarskoj oblasti [Tekst] // Vestnik IrGSKHA. Biologiya. Okhrana prirody. – 2017. – № 83. – S. 192.
12. Sergazinova, Z.M., Dupal, T.A., Litvinov, YU.N., Erzhanov, N.T., Konarbaeva, G.A. Vozyeystvie vybrosov alyuminievogo proizvodstva v Severnom Kazakhstane na vidovuyu strukturu i kharakter nakopleniya flora u melkikh mleko-pitayushchikh [Tekst] // Printsipy ekhologii. – 2018. – № 3. – S. 60–74.
13. Shelepova, V.S., Zvyagintseva, A.V. Benzapiren - khimiko-biologicheskaya problema sovremennosti (S20N12) [Tekst] // Pozharnaya bezopasnost': problemy i perspektivy. – 2017. – №1(8). – S. 477-480.
14. Chemical agents and related occupations // A Review of Human Carcinogens [Text] // International Agency for Research on Cancer. – France, 2012. – № 100F. – 628 p.
15. Bykova, E.A., Gashev, S.N. Osobennosti nakopleniya mikroelementov v organizme melkikh mleko-pitayushchikh v usloviyakh urbanizatsii [Tekst] // Izvestiya Samarskogo nauchnogo tsentra Rossijskoj akademii nauk. – 2014. – №1(4). – S. 1144-1148.
16. Fedorova E.V., Malyshev V.S., Borovkova A.M. The health abnormalities under the technogenic exposures risks analysis [Text] // Journal of Physics: Conference Series. – IOP Publishing, 2017. – T. 891. – №. 1. – S. 012370.