

АКАДЕМИЯ НАУК СССР · УРАЛЬСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ

ЖИВОТНЫЕ
В УСЛОВИЯХ
АНТРОПОГЕННОГО
ЛАНДШАФТА

СБОРНИК НАУЧНЫХ ТРУДОВ

СВЕРДЛОВСК 1990

УДК 591.5+502.5

Животные в условиях антропогенного ландшафта: Сб. науч. трудов. Свердловск: УрО АН СССР, 1990.

Сборник посвящен проблемам зооиндикации и экологического мониторинга. Даны результаты многолетних исследований влияния антропогенных факторов на популяционные особенности массовых в Уральском регионе видов беспозвоночных, амфибий, мышевидных грызунов. Приведены показатели, удобные для эффективного осуществления мониторинга за состоянием среды.

Сборник рассчитан на широкий круг биологов — экологов, зоологов, студентов биологических факультетов.

Ответственный редактор
кандидат биологических наук **В. Л. Вершинин**

Рецензент
доктор биологических наук **Л. Н. Добринский**

Н. Ф. ЧЕРНОУСОВА

**ВЛИЯНИЕ ВЫБРОСОВ МЕДЕПЛАВИЛЬНОГО КОМБИНАТА
НА ЭКОЛОГО-ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ПРИЗНАКИ
ОБЫКНОВЕННОЙ ПОЛЕВКИ**

Усиление влияния загрязнения на окружающую природную среду, связанное с производственной деятельностью человека, ставит в настоящее время перед экологией ряд острых проблем. Ю. А. Израэль (1984), говоря о всестороннем анализе окружающей природной среды, выделяет шесть его этапов или стадий. Непосредственно к экологам относятся два первых этапа: анализ эффектов воздействия и определение допустимых экологических воздействий и нагрузок. В большинстве случаев мы находимся еще на первом этапе исследований, который (наряду с другими задачами) включает анализ реакций организмов, популяций, экосистем на разнообразную антропогенную нагрузку.

Хозяйственная деятельность человека по воздействию на окружающую среду имеет разную специфику в зависимости от рода производства. Предприятия цветной металлургии — интенсивные источники загрязнения внешней среды различными химическими веществами. Медеплавильные комбинаты выбрасывают в атмосферный воздух большое количество пыли, в состав которой входят свинец, мышьяк, медь, цинк, селен, кадмий и другие цветные и редкие металлы. Сера, содержащаяся в медных рудах, окисляется до сернистого ангидрида (основного загрязняющего компонента промышленных выбросов в атмосферу), закисляет почвы, действует непосредственно на древесную и травянистую растительность, вызывая анатомические и физиологические изменения (Черненко, 1985; Игнатенко, Тарабрин, 1986; Krause et al., 1983; Keller, Beda, 1984; Miller, 1984; Schitz, 1984; L'Hirondelle, 1985; Hinrichen, 1986; Murach, 1986). Изменения растительных сообществ наиболее заметны, видимо, поэтому растения в нарушенных ценозах в первую очередь привлекли внимание биологов. Исследования влияния промышленных загрязнений на млекопитающих — это главным образом работы по изучению накопления и распределения токсических веществ в органах и тканях. Реакция организмов и

сообществ млекопитающих в природных биоценозах остается еще малоизучаемой.

Среди млекопитающих грызуны — наиболее подходящий объект для целей мониторинга. Во-первых, они — консумент первого порядка и, потребляя растения, воздействуют на них и на почву. Проходя через организм животного, накопленные в растениях и на растениях загрязняющие вещества в той или иной степени накапливаются и в различных тканях зверя и могут влиять на их функции. Во-вторых, грызуны — основной корм как пернатых, так и четвероногих хищников, поэтому любые воздействия, ухудшающие состояние грызунов, а, следовательно, и их численность, должны сказаться в верхних трофических звеньях. Грызуны (как объект мониторинга) привлекают еще и тем, что многие их виды многочисленны и довольно широко распространены. Это немаловажно для получения представительных выборок животных из различных мест. И наконец, ряд видов грызунов — традиционно лабораторные животные в токсикологических экспериментах.

Токсикологические исследования по действию загрязняющих веществ предприятий цветной металлургии на лабораторных животных и человека ведутся давно. Но они касаются, в основном, непосредственного контакта с загрязняющими веществами в концентрации, обычных на предприятиях или в непосредственной близости от них. Кроме того, методы токсикологии, связанные с затравливанием животных и наблюдением за последующими изменениями их функций, не подходят для природных экосистем. Токсикологи используют в своей работе выборку близких по возрасту, массе и размерам животных. А грызуны, отловленные в природе, — чаще всего разновозрастные звери, отличающиеся по массе и размерам. В такой выборке при сравнении животных из разных популяций (возможно и с разными фазами динамики численности) возникает много дополнительных помех в вычленении различий, связанных с межпопуляционной изменчивостью, от изменений, вызванных промышленными эмиссиями. Те очевидные аномалии внешнего облика и нарушения функций организма, которые наблюдают в токсикологическом эксперименте у затравленных лабораторных животных, почти невозможно обнаружить в природе из-за быстрой естественной элиминации ослабленных особей. Мы попытались (опираясь на опыт токсикологов) применить комплекс методов с использованием функциональной нагрузки, позволяющей выявлять скрытую неустойчивость равновесия организма со средой обитания (Саночкин, 1970). Цель нашей работы — изучение влияния медеплавильного комбината на полевок рода *Microtus*, обитающих в зоне действия выбросов, и оценка пригодности видов серых полевок как объектов зоомониторинга. Мы также попытались найти показатели, которые в дальнейшем могли быть использованы для целей мониторинга.

Материал и методика

Полевок отлавливали трапиковыми живоловками в зоне выбросов Карабашского медеплавильного комбината (КМК) и в относительно чистых районах для контроля: на стационаре-биостанции УрГУ (в 50 км на юго-восток от Свердловска) и в Ильменском государственном заповеднике (стационар «Миассово»). Отлов грызунов на биостанции проводили в летнее время с 1984 по 1987 г. для выяснения закономерностей изменения ряда показателей в течение лета и по годам. В Ильменском заповеднике материал собирали в июле 1986 г.; в зоне выбросов КМК (в 3—4,5 км от завода против розы ветров («С-З-К») — в конце мая — начале июня, июля, августа 1986 и 1987 гг., а также (в 3,5—4 км по розе ветров («Ю-В-К») — в конце мая — начале июня 1986 г.

Определяли морфофизиологические индексы внутренних органов полевок: печени, селезенки, сердца, почек, надпочечников (Шварц и др., 1968). Для выявления резервов организма (его реакции на голод) каждую выборку полевок делили на две группы, одну из которых примерно за 12 ч до обследования помещали в клетки с опилом без пищи. Животные второй группы до начала эксперимента получали изобилие корма. В редких случаях голодавшие животные погибали. Количество погибших полевок не было связано с загрязненностью района, поэтому мы их не включили в состав обрабатываемого материала. Реакцию на голод определяли как разницу между средне-статистическими значениями индексов сытых и голодавших животных.

У сытых полевок, собранных за весь период исследования, вычисляли индекс состояния: отношение веса (W) к длине (L) тела (табл. 1), используемый в ряде работ (Lidicker, 1973; Heikura, 1977; Adamczewska-Andrzejewska, 1982) для характеристики состояния грызунов в природных популяциях. Увеличение этого показателя соответствует большей упитанности животного, и наоборот. Беременные самки и неполовозрелые особи в расчет не принимались. Однако, чтобы иметь возможность сравнить наши данные с результатами, полученными польскими зоологами для популяции обыкновенной полевки из Нижней Силезии (Adamczewska-Andrzejewska, 1982), мы вычислили и обратное отношение $\frac{L}{W}$, так как в их работе индекс состояния определен именно таким способом.

На сеголетках обыкновенной полевки, отловленных в июле — начале августа 1987 г. в загрязненном и чистом районах, нами был поставлен эксперимент по действию 12-часового голода на величину потери веса и прослежено последующее ее изменение в течение 45 дней. В первые 25 дней животных взвешивали каждые 5 дней, затем через 10. Отловленные в природе полевки

Индекс состояния (упитанности) *M. arvalis*, $\frac{W, \text{ г}}{L, \text{ мм}} \cdot 100$

Год отлова	Индекс состояния			
	<i>adultus</i>	<i>subadultus</i>		
Биостанция				
	Конец мая — начало июня	Июль	Август	
1984	30,5±3,1	27,3±4,2	24±2,4	21,8±1,6
1985	—	24,2±3,1	23,7±3,4	24,7±5
1986	31,6±4,9	25,6±2,3	—	26,3±4,3
1987	—	—	Август 27,3±3,7	Сентябрь 27±3,7
«С—З—К»				
1986	28,9±4,1	—	—	Август 23,3±3,1
1987	—	—	—	Сентябрь 22,8±1,9
«Ю—В—К»				
1986	25,7±5,8	—	—	—

Примечание. Здесь и в табл. 2: для всех данных — $M \pm \sigma$ (M — среднее, σ — дисперсия); обозначения мест отлова см. в разделе «Материал и методика».

различаются по весу и чтобы сопоставить их между собой, вес каждого зверя перед опытом принимали за 1 и относительно него рассчитывали все остальные веса по формуле: $\frac{W_i}{W_0}$, где W_0 — вес перед опытом, W_i — вес очередного определения. Все результаты были обработаны статистически.

Результаты и обсуждение

Морфофизиологические признаки. Относительный вес внутренних органов токсикологии используют как один из критериев выявления действия вредных веществ на лабораторных животных (Рылова, 1964; Саноцкий, 1970). Однако действие токсических веществ не всегда сказывается на этих признаках. Чаще всего, как отмечает И. В. Саноцкий (1970), изменение весовых коэффициентов внутренних органов происходит лишь при наличии органических поражений. Мы, экспериментируя на грызунах, отловленных в природе, не встречали животных с органическими поражениями, так как в естественных условиях ослабленные особи довольно быстро элиминируют. Возможно, поэтому мы не выявили существенных различий по морфофизиологическим признакам между полевками из загрязненных и чистых районов. Отсутствие достоверных различий в относи-

тельных весовых показателях внутренних органов не может говорить об отсутствии влияния выбросов КМК на грызунов, обитающих в зоне загрязнения. Процессы компенсации в организме часто затрудняют выявление изменений в состоянии животных. Скрытая неустойчивость равновесия организма со средой обитания может выявиться с помощью функциональных нагрузок (Саноцкий, 1970). Одна из наиболее подходящих для наших исследований нагрузка, предлагаемая токсикологами, — голод (Рылова, 1964; Саноцкий, 1970). По реакции на голод (потере в относительном весе различных внутренних органов) мы предполагали выявить возможные изменения в состоянии грызунов, обитающих в загрязненных районах. Естественно, что при голодании относительный вес органов менялся в зависимости от их функции в организме. Индексы печени и селезенки у голодавших животных ниже, а сердца и почек — выше, чем у сытых. Разница индексов печени сытых и голодавших (перезимовавших) обыкновенных полевок в начале лета и сеголеток — в конце лета с биостанции оказалась сходной (табл. 2), т. е. по реакции на голод перезимовавшие звери и сеголетки не отличаются.

Полёвок из окрестностей КМК не удалось сравнить в течение лета по месяцам, так как в отловах начала лета преобладала перезимовавшая пашенная полевка, а в середине и в конце лета — сеголетки-экономки. Хотя индексы печени у сеголеток-экономок в начале и в конце лета существенно не различались, реакция на голод у июльских животных оказалась более выраженной, чем у отловленных в августе (см. табл. 2). Возможно, такая реакция — следствие того, что в конце лета грызуны потребляют корма больше, чем необходимо для энергетических затрат организма (Абатуров, Магомедов, 1988), поэтому при голодании расходуется часть резервных веществ жира, а также избыток питательных веществ из крови. В июле потребность в корме и его потребление равны (Абатуров, Магомедов, 1988), поэтому для энергетических нужд организм расходует более глубокие резервы. Печень — важный запасающий орган, и по его изменениям при голодании можно судить об энергетических затратах организма (помимо жировых запасов), компенсирующих голод. Почти одинаковая реакция на голод перезимовавших обыкновенных полевок с биостанции и «Ю-В-К» позволяет предположить, что энергетические потребности организма у животных из чистого и грязного районов практически одинаковы (в чистом даже несколько больше).

Относительный вес селезенки — признак, сильно варьирующий из-за ряда факторов. Поэтому часто, при очевидных различиях средних величин, из-за высокой дисперсии признака они достоверно не различаются. Среди рассмотренных групп животных самые большие отличия индексов селезенки отмечены у сеголеток полевки-экономки с биостанции и «С-З-К» в конце лета.

Исследуемая группа	Морфофизиологические индексы, %									
	<i>M. arvalis adultus</i>	<i>M. agrestis adultus</i>	<i>M. oeconomus subadultus</i>	<i>M. arvalis subadultus</i>	<i>M. oeconomus subadultus</i>	<i>M. arvalis subadultus</i>	<i>M. arvalis subadultus</i>			
Сердце	\bar{X}_c	6,1±1	5,9±0,9	6,2±1	5,9±0,9	6,4±2	5,5±1,4	5,3±0,4	6,3±2,2	
	\bar{X}_r	7,7±1,3	7,5±1	7,5±1,1	6,3±1,4	7,5±1,1	7,5±1,1	5,6±0,4	5,7±0,9	6,1±0,8
	$\bar{X}_c - \bar{X}_r$	-1,6	-1,6	-0,1	-0,1	-1,6	-1,1	-0,1	-0,4	0,2
Почки	\bar{X}_c	$\frac{7,3 \pm 1,2}{7,2 \pm 1,1}$	$\frac{7,3 \pm 1,2}{7,4 \pm 1,2}$	$\frac{7,5 \pm 0,8}{7,5 \pm 0,8}$	$\frac{7,6 \pm 0,9}{7,5 \pm 0,9}$	$\frac{8,8 \pm 1,3}{8,8 \pm 1,2}$	$\frac{6,9 \pm 0,7}{6,8 \pm 0,6}$	$\frac{6,8 \pm 0,7}{6,7 \pm 0,7}$	$\frac{8,3 \pm 0,6}{8,3 \pm 0,5}$	
	\bar{X}_r	$\frac{8,2 \pm 1,4}{8,4 \pm 1,4}$	$\frac{8,5 \pm 2,1}{8,4 \pm 2}$	$\frac{7,5 \pm 0,9}{7,6 \pm 1}$	$\frac{8,2 \pm 1,2}{8 \pm 1,3}$	$\frac{9,5 \pm 1,1}{9,6 \pm 1,2}$	$\frac{7,3 \pm 1,2}{7,5 \pm 0,9}$	$\frac{7,3 \pm 1,2}{7,3 \pm 1,1}$	$\frac{8,5 \pm 1,3}{8,6 \pm 1,2}$	
	$\bar{X}_c - \bar{X}_r$	$\frac{-0,9}{-1,2}$	$\frac{-1,2}{-1}$	$\frac{-0}{-0,1}$	$\frac{-0,6}{-0,5}$	$\frac{-0,7}{-0,8}$	$\frac{-0,4}{-0,7}$	$\frac{-0,5}{-0,5}$	$\frac{-0,2}{-0,3}$	
Надпочечники	\bar{X}_c	3,7±1,1	2,6±1,4	2,1±0,8	1,9±1,1	2,1±1,2	3,3±1,6	2,2±1,3	3,4±1,1	
	\bar{X}_r	3,8±1,6	2,7±1,7	2,1±0,9	1,6±0,6	2,1±0,9	1,5±0,8	2,5±1,1	3,6±1,6	
	$\bar{X}_c - \bar{X}_r$	-0,1	-0,1	0	0,3	0	1,8	-0,3	-0,2	

Примечание. \bar{X}_c — среднее значение индексов сытых, \bar{X}_r — то же голодавших животных; в числителе — правая, знаменателе — левая почка; n — количество обследованных животных.

Причем это наблюдается при определении средних значений индексов у сытых животных и при реакции на голод. Однако мы не установили никакой закономерной связи изменения индекса селезенки у животных при голодании с загрязненностью среды (см. табл. 2). Селезенка — депо эритроцитов, поэтому при голодании, по-видимому, происходят ее сокращение и дополнительный выброс клеток крови, что ведет к снижению относительной массы органа.

Функции сердца и почек не связаны с запасяющими свойствами организма, поэтому они имеют больший относительный вес животных, не получавших пищи. И, естественно, чем больше потеря в весе тела у зверька, тем выше значение индексов этих органов. Только в одном из всех рассмотренных нами случаях (*M. arvalis* с биостанции, август) индекс сердца у голодных животных оказался несколько ниже, чем у получавших пищу *ad lib*. Влияния загрязненности среды на разницу индексов сердца и почек, печени и селезенки у сытых и голодных животных мы не обнаружили. «Размеры надпочечников можно рассматривать в качестве одного из лучших показателей общего физиологического состояния организма» (Шварц и др., 1968. С. 200). Любые условия, требующие мобилизации внутренних сил организма в ответ на самые различные раздражители, ведут к гиперфункции надпочечников, которая отражается на их гистологическом строении и размерах. Определяя индексы надпочечников в разные периоды лета, мы отметили тенденцию к их увеличению в течение лета и у экономок из «С — З — К» и у обыкновенных полевок с биостанции, но достоверных отличий не было. Это согласуется с представлениями о функциональных группах. Реакция на голод индексов надпочечников у полевок-экономок, отловленных в конце лета в грязном и чистом районах, оказалась противоположной: у животных из «С — З — К» их разница у сытых и голодавших была положительной (1,8), а у полевок с биостанции — отрицательной (0,3). Однако у перемовавших обыкновенных полевок из тех же районов эта разница была одинаковой (см. табл. 2), т. е. загрязнение не сказывается на индексе надпочечника.

Полученные нами результаты позволяют заключить, что загрязнение среды не влияет на морфофизиологические признаки и на их изменение под действием функциональной нагрузки.

Индекс состояния ($\frac{L}{W}$) связан обратной зависимостью с упитанностью животного. Изучая связь этого показателя с динамикой численности в разные месяцы (марте — апреле, июне, августе, октябре), К. Адамчевска-Андржежевска (1982) установила, что индекс состояния у обыкновенной полевки меняется в течение лета, причем рассматривать его нужно с учетом возраста животного. Была установлена связь этого показателя с динамикой численности, т. е. в разные годы в одни и те же месяцы индек-

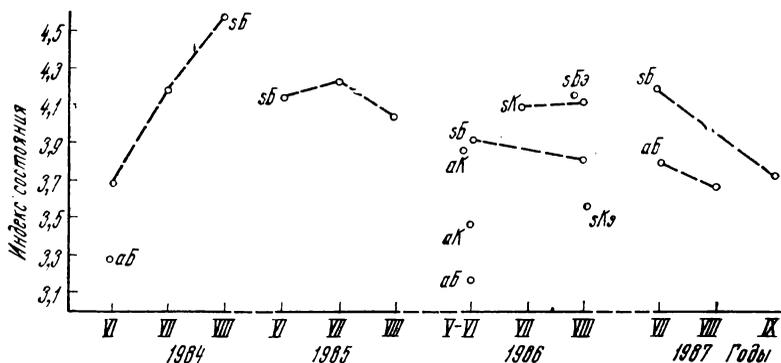


Рис. 1. Индекс состояния обыкновенной полевки в разные годы динамики численности.

а — перезимовавшие звери, с — сеголетки, э — полевка-экономка; Б — биостанция, К — «С — З — К», К' — «Ю — В — К» (названия мест отлова животных расшифрованы в тексте).

сы состояния отловленных животных отличались. Осенью почти во все годы состояние животных было хуже, чем летом, исключая год пика численности, когда с мая по октябрь индекс изменялся незначительно: 6,37 (V), 4,88 (VI), 6,29 (VIII) и 5,66 (X). Самое низкое значение индекса в разные годы наблюдалось в июне или августе (Adamczewska-Andrzejewska, 1982).

Значения индексов состояния, полученные нами, заметно отличались от данных польских зоологов. У них эти значения варьировали от 4,26 до 8,52, у нас — от 3,16 до 4,57 (исследуемые нами полевки были более упитаны).

Все принимаемые нами в расчет животные — половозрелые (не менее 19—20 г). В тех выборках, где имелись перезимовавшие звери, мы обрабатывали их отдельно. Группа *adultus* оказалась достаточно многочисленной для статистики только в двух выборках (1984, 1986 гг.). В обоих случаях индексы различались достоверно, перезимовавшие звери были более упитанными, чем сеголетки (рис. 1). Установлена связь величины индекса состояния у *subadultus* с динамикой численности, что соответствует закономерностям изменения этого показателя у *M. arvalis* из Нижней Силезии (Adamczewska-Andrzejewska, 1982).

В течение лета 1984 г. мы наблюдали снижение численности полевки (в августе она была значительно ниже, чем в начале лета). Соответственно индекс состояния в конце лета был самым высоким, что свидетельствует об ухудшении состояния животных. Летом 1985 г. численность животных была невысокой (самая низкая — в июле), изменялась незначительно. Колебания индекса у сеголеток обыкновенной полевки в течение лета были несущественны (см. рис. 1). В 1986 г. наблюдался подъем

численности, индекс состояния в начале и конце лета был почти одинаков.

В окрестностях КМК в 1986 г. после глубокой депрессии в предыдущем году был резкий подъем численности грызунов. В начале лета нами были сделаны представительные выборки перезимовавших обыкновенных полевков в «С — З — К» и «Ю — В — К», что позволило сравнить их с полевками из чистого района. Индекс состояния у полевков из подветренной зоны загрязнения достоверно выше, чем у животных с контрольного участка. У полевков, отловленных в 4 км от КМК против розы ветров, он был ниже, чем у животных из «Ю — В — К», но выше, чем с биостанции. Те и другие отличия были недостоверными, но заметными (см. рис. 1). Сеголетки из «С — З — К» в конце августа также имели индекс выше, чем животные такого же возраста из контрольного района. Таким образом, упитанность у перезимовавших зверей и у сеголеток в зоне загрязнения оказалась меньше. На состоянии животных вряд ли сказалась их кормовая база, так как травянистый покров во всех биотопах был развит хорошо. По всей вероятности, высокое значение индекса в загрязненных районах — результат нарушения каких-то функций организма.

В 1987 г. мы провели эксперимент на сеголетках, отловленных в конце июля — начале августа на биостанции и «С — З — К». Почти 2 мес животных содержали в виварии Института экологии растений и животных в одинаковых условиях на естественном корме *ad lib*. Индекс состояния, определенный в конце сентября, у обыкновенных полевков из окрестностей КМК был достоверно выше, чем у полевков с биостанции (хотя нужно отметить, что *n* было невелико — 6). Даже при одинаковых условиях жизни обыкновенные полевки из загрязненного района оказались менее упитанными, что могло быть следствием хронических изменений у животных в зоне выбросов КМК (предположение, правда, спорное). Возможно, это были просто межпопуляционные различия, подобные тем, которые мы отмечали для *M. arvalis* с биостанции и из Нижней Силезии. В пользу этого предположения свидетельствуют результаты, полученные нами на полевках-экономках. Этих животных мы отлавливали в течение всего периода исследования, но, к сожалению, выборки то в загрязненном, то в чистом районе были недостаточны или недостаточно однородны по возрасту. Только в августе 1986 г. мы имели возможность сравнить по шесть сеголеток (с небольшим разбросом индекса). У экономок с биостанции индекс состояния был достоверно выше, чем у полевков из «С — З — К», т. е. мы получили картину, обратную той, которую наблюдали у обыкновенной полевки.

Таким образом, меньшая упитанность *M. arvalis* из окрестностей КМК не является следствием повышенного загрязнения, так как оно не может одновременно отрицательно влиять на

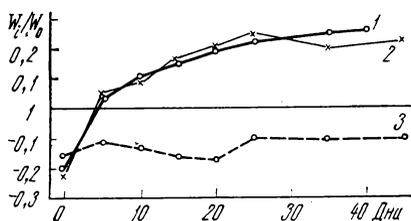


Рис. 2. Динамика восстановления массы после голода у обыкновенной полевки.

1 — сеголетки с биостанции, 2 — из «С-3-К», 3 — перезимовавшие полевки с биостанции.

обыкновенную полевку и оказывать благоприятное действие на экономку, обитающих в перекрывающихся станциях.

Изменение массы после голода. Эксперимент по изучению влияния 12-часового голода на потерю массы, и последующего его изменения в течение 45—60 дней проводили на обыкновенных полевках из двух популяций: с биостанции и из окрестностей КМК в 4 км против розы ветров. На полевках с биостанции было поставлено два эксперимента: на перезимовавших, отловленных в начале июня (по восемь самцов и самок), и на сеголетках, отловленных в первой половине августа (пять самцов, восемь самок). Из окрестностей КМК обследовано пять самцов и десять самок. Для каждого зверя была построена отдельная кривая роста. Все кривые из одной выборки имели сходный характер изменения массы, иногда с небольшим сдвигом во времени. Никаких различий в росте между самками и самцами мы не обнаружили, поэтому внутри группы их объединили и (для удобства анализа) в каждой временной точке вычислили средние, по которым построили графики (рис. 2).

Реакция на голод *subadultus* и *adultus* оказалась совершенно разной. Хотя при голодании перезимовавшие полевки теряли в массе несколько меньше, чем сеголетки (15,5 и 21,1 % соответственно), однако первоначальная масса (W_0) у *subadultus* восстанавливалась на 4—5-й день, затем все время возрастала. А *adultus* после голода так и не достигала W_0 , т. е. перезимовавшие полевки и сеголетки по-разному на него реагируют.

В эксперименте на морских свинках М. Л. Рылова (1964) установила, что животные, подвергавшиеся затравке, на неполноценном рационе питания худели сильнее, чем контрольные. В конце восстановительного периода масса тела у всех контрольных животных была выше исходных величин, а у затравленных колебалась в пределах исходных величин (исходная масса всех животных была одинаковой). Подобные результаты были получены и на белых мышах. Автор считает, что этот метод позволяет выделить какие-то изменения организма, не обнаруживаемые пока другими методами, но несомненно возникшие под влиянием вредных веществ. Мы решили применить его на животных из природных популяций. При голодании сеголетки *M. arvalis* из загрязненного района теряли в массе несколько больше, чем из чистого (22,2 и 21,1 % соответственно), но раз-

ница была несущественной (см. рис. 2). Нарастание массы в течение всего периода исследования у полевок из обоих районов шло одинаково. Они довольно быстро (на 4—6-й день после голода) достигали первоначальной массы, и последующий средний ее прирост в обеих выборках не различался. Это дает возможность предположить, что на полевок из окрестностей КМК не повлияло загрязнение среды.

Заключение

Таким образом, все методы, которыми мы воспользовались, не выявили каких-либо существенных различий в состоянии грызунов загрязненного и чистого районов. Хотя, по данным ботаников (Черненкова, 1985), именно для окрестностей КМК установлены деградация растительных сообществ, изменение структурной их организации, морфоанатомические и другие изменения растений, но, по-видимому, такие нарушения не влияют на обеспеченность кормом грызунов и их состояние. Поэтому численность грызунов и их видовой состав в этом районе вполне соответствуют таковым в других, ненарушенных лесных сообществах.

Нам представляется маловероятным использование полевок в качестве видов-индикаторов для целей мониторинга медеплавления производства и, по-видимому, производств других цветных металлов. Нарушенность растительных сообществ вызывают главным образом кислотные дожди и повышенная кислотность среды, что на грызунов, по всей вероятности, не оказывает большого влияния.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Абатуров Б. Д., Магомедов М.-Р. Д. Факторы трофической обусловленности динамики и устойчивости популяций растительноядных млекопитающих // Экология популяций. Новосибирск, 1988. Ч. 1. С. 5—7.
- Израэль Ю. А. Экология и контроль состояния природной среды. М.: Гидрометиздат, 1984. 470 с.
- Игнатенко А. А., Тарабрин В. П. Поступление тяжелого азота в растения под влиянием сернистого газа // Интродукция и акклиматизация растений. Киев, 1986. Вып. 5. С. 28—30.
- Рылова М. Л. Методы исследования хронического действия вредных факторов среды в эксперименте. Л.: Медицина, 1964. 228 с.
- Саноцкий И. В. Методы определения токсичности и опасности химических веществ. М.: Медицина, 1970. 343 с.
- Черненкова Т. В. Влияние промышленных выбросов на лесные фитоценозы: Автореф. дис. . . канд. биол. наук. М., 1985. 17 с.
- Шварц С. С., Смирнов В. С., Добринский Л. Н. Метод морфофизиологических индикаторов в экологии наземных позвоночных. Свердловск: УФАН СССР, 1968. 387 с.
- A damc z e w s k a - A n d r z e j e w s k a K. A. Population structure of *Microtus arvalis* against the background of a community of rodents in crop fields // Polish Ecological Studies. 1982. V. 7, N 2. P. 193—212.
- Heikur a K. Effect of climatic factors on the field vole *Microuts agrestis* // Oikos. 1977. N 29. P. 607—615.

Hinrichen D. Multiple Pollutants and forest decline // *Ambio*. 1986. V. 15, N 5. P. 258—265.

L'Hirondelle S. J. Effects of SO₂ on leaf conductance, xylem tension, fructose and sulphur levels of jack pine seedlings // *Env. Pollut.* 1985. N 4. P. 373—386.

Keller T., Beda H. Effects of SO₂ on the germination of conifer pollen // *Ibit.* 1984. N 3. P. 237—243.

Krause G. H., Jung K. D., Prinz B. Neure Untersuchungen zur Aufklärung immissionsbedingter Wadschaden // *VDI — BER.* 1983. N 500. P. 257—266.

Lidicker W. Z. Jr. Regulation of numbers in an island population of the california vole, a problem in community dynamics // *Ecol. Monogr.* 1973. N 45. P. 271—302.

Miller H. G. Deposition-plant — soil interaction // *Phil. Trans-Roy Soc. Is.*, 1984. N 1124. P. 339—351.

Murach D. Forest decline: a status report on the effect via soil and roots // *Rapp. Lugenjorsvetenskapsakad.* 1986. à 310. P. 29—30.

Schmitz I. Schwefeldioxid schadigt Biorhytmik der Pflanzen // *Lole — Mitt.* 1984. V. 9, N 4. P. 46—48.

Н. Ф. ЧЕРНОУСОВА

К ОЦЕНКЕ ВЛИЯНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ВЫБРОСОВ НА МЕЛКИХ МЛЕКОПИТАЮЩИХ

Влияние промышленных выбросов на окружающую среду рассматривается сейчас многими отраслями науки. Активно подыскиваются виды живых организмов, которые могли бы стать биоиндикаторами, проводятся исследования методов оценки действия на организм различных загрязнений. Актуальность таких работ несомненна. Возможны два пути оценки действия загрязнений на животных: первый — учет количества накапливающихся в органах и тканях загрязнителей, второй — реакция организмов на их действие. У каждого из них есть свои плюсы и минусы. Для верности оценки нужно использовать и тот и другой вместе, что на деле бывает не всегда.

Мы избрали способ оценки реакций организма на внешние воздействия. Очевидно, для подобных исследований наиболее пригодны широко распространенные и многочисленные виды, например, заяц *Lepus europaeus* L. (Novakova, 1979; Novakova et al., 1973), полевки родов *Clethrionomus* и *Microtus*.

В качестве характеристики состояния животных в районе загрязнения мы рассматривали показатели крови, основная функция которой — поддержание внутреннего гомеостаза. Кровь реагирует на изменение различных параметров внешней среды, поэтому изучение ее показателей позволит выявить степень влияния промышленных выбросов на животных. Результаты токсикологических исследований по воздействию этих выбросов на кровь детей (Holub, Pelech, 1980; Pico, 1960; Schmidt et al., 1966) могут служить предпосылкой для такого предположения.

Сезонная изменчивость некоторых показателей крови у грызунов (количество эритроцитов, гемоглобина, гематокрита) уже была изучена ранее (Мокриевич, 1966; Кривошеев, Уманцев, 1979; Sealander, 1962; Scelza, Knoll, 1982). Целью наших исследований было выяснить, как изменяются показатели крови у полевок в течении лета и по годам. Этот этап нашего опыта мы считали обязательным, так как возможна ситуация отлова животных из разных районов в разные сроки лета, поэтому необходимо знать, не повлияет ли на результаты время отлова грызунов.

Материал и методы

Обыкновенных полевок (с диплоидным набором хромосом $2n=46$) отлавливали живоловками в окрестностях биостанции УрГУ (в 50 км на юго-восток от Свердловска) в мае, июле, августе 1983 г. и в июне, июле 1984 г., в мае 1983 г. — в зоне выбросов Карабашского медеплавильного комбината (КМК, в 4 км на северо-запад); в августе 1984 г. — в Туве (Эрзинский р-н). Изучено 18, 42, 20, 17, 31, 23, 9 животных (соответственно указанным районам и месяцам). Перезимовавших полевок и сеголеток объединили при анализе, так как предварительные расчеты не выявили существенной разницы между ними по рассматриваемым параметрам.

Для подсчета показателей крови использовали обычные методы определения гемоглобина, содержания его в одном эритроците — СГЭ (Кост, 1975) и определения форменных элементов. Количество ретикулоцитов и скорость их созревания определяли по методике, предложенной А. В. Илюхиной с соавторами (1982). Морфофизиологические индексы вычисляли в промилях отношения массы органа к массе тела. Результаты 1983, 1984 гг. обработаны раздельно. В каждом случае для сравнения по отдельным признакам применяли двухфакторный, а по комплексу — канонический анализ (Андерсон, 1963; Репре, 1972).

Результаты и обсуждение

Нашей первой задачей было выяснение влияния времени отлова полевок в течение лета на анализируемые показатели. Сезонные изменения показателей крови многие исследователи наблюдали у ряда видов диких грызунов: у оленьих хомячков (Sealander, 1962), обыкновенной полевки (Иванова, 1979; Мокриевич, 1966), рыжей полевки (Исаев, 1982; Дмитрова и др., 1982), кенгуровых прыгунов (Scelza, Knoll, 1982) и т. д. Эти изменения Силандер (1962) Йозеф и Дилл (1982) изучали в связи с температурой окружающей среды и установили зависимость от ее изменения некоторых показателей крови. Такая закономерность объясняется тем, что с температурой среды меняется интенсивность обмена у животных, а количество эритроцитов и концентрация гемоглобина играют важную роль в процессах обмена. Но колебание температуры воздуха характерно не только для разных сезонов. В широтах Среднего Урала иногда существенные ее сдвиги происходят и в течение лета. Например, в 1983 г. начало (май, июнь) и конец (август) лета были прохладными, а июль — очень жарким (дневная $t \sim 28^\circ\text{C}$).

Количество эритроцитов у полевок в середине лета 1983 г. было существенно ниже (табл. 1; рис. 1), чем в начале и конце ($P_{\text{май-июль}} < 0,05$, $P_{\text{июль-август}} < 0,01$). Концентрация гемоглобина менялась в течение лета с той же закономерностью, но

Таблица 1

Показатели крови полевок, отловленных в окрестностях биостанции
УрГУ и Карабашского медеплавильного комбината летом 1983 г.

Группа, месяц	Выборка	Эритроциты в 1 мм^3 крови $\times 10^9$	Гемоглобин, %	СТЭ	Лейкоциты в 1 мм^3 крови $\times 10^9$	Ретикулоциты		n
						на I тыс. эритроц.	Скорость созревания	
Биостанция								
1-я, май	I	<u>10,53</u>	<u>20</u>	19	<u>5,45</u>	<u>18,7</u>	<u>2,4</u>	12
		0,91	1,95		1,45	13,4	2,8	
	II	<u>11,79</u>	<u>19,7</u>	16,7	<u>4,82</u>	<u>8</u>	<u>0,5</u>	6
		0,87	1,12		1,18	3	0,3	
	III	<u>10,95</u>	<u>19,9</u>	18	<u>5,24</u>	<u>15,1</u>	<u>1,8</u>	18
		1,06	1,7		1,37	12,1	2,5	
2-я, конец июня— июль	I	<u>9,65</u>	<u>18,6</u>	19,2	<u>5,17</u>	<u>19,9</u>	<u>1,6</u>	24
		0,93	1,5		1,43	10,7	1,8	
	II	<u>9,59</u>	<u>18,9</u>	19,7	<u>4,94</u>	<u>14,7</u>	<u>1,1</u>	18
		1,17	1,2		1,6	10,5	1,6	
	III	<u>9,62</u>	<u>18,7</u>	19,4	<u>5,07</u>	<u>17,7</u>	<u>1,4</u>	42
		1,03	1,4		1,49	10,8	1,7	
3-я, август	I	<u>10,3</u>	<u>19,2</u>	18,6	<u>6,13</u>	<u>17,4</u>	<u>1,3</u>	10
		1,71	2,1		1,6	8,0	1,2	
	II	<u>11,15</u>	<u>19,6</u>	17,6	<u>5,16</u>	<u>14,1</u>	<u>0,3</u>	10
		1,64	1,5		1,7	4,4	0,3	
	III	<u>10,72</u>	<u>19,4</u>	18	<u>5,65</u>	<u>15,7</u>	<u>0,8</u>	20
		1,69	1,8		1,68	6,5	1	
Среднее за лето		<u>10,2</u>	<u>19,1</u>	18,7	<u>5,25</u>	<u>16,6</u>	<u>1,4</u>	80
		—	—		—	—	—	
Окрестности КМК								
4-я, май	I	<u>10,8</u>	<u>18,5</u>	17,1	<u>3,9</u>	<u>10,8</u>	<u>0,7</u>	10
		0,58	1,3		1	3,7	0,5	
II	<u>9,89</u>	<u>17,7</u>	17,9	<u>4,49</u>	<u>14,9</u>	<u>1,1</u>	7	
	0,83	1,2		1,59	5,5	1,8		
III	<u>10,53</u>	<u>18,2</u>	17,3	<u>4,04</u>	<u>12,3</u>	<u>0,9</u>	17	
	0,7	1,3		1,24	4,9	1,2		

Примечание. Здесь и в табл. 2: СТЭ — содержание гемоглобина в одном эритроците; в числителе — среднее значение показателя, в знаменателе — дисперсия; I — самцы, II — самки, III — среднее для самцов и самок месяц для тех и других.

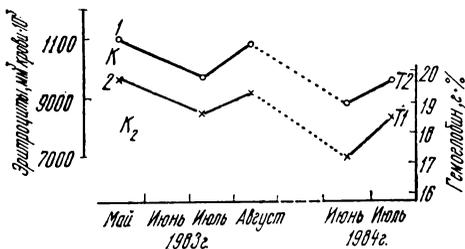


Рис. 1. Изменение количества эритроцитов и гемоглобина в течение лета 1983, 1984 гг. у обыкновенных полевок из окрестностей бностанции.

1 — эритроциты, 2 — гемоглобин;
 К — окрестности КМК, Т — Тува.

различия оказались недостоверными. Содержание лейкоцитов в единице объема крови практически не менялось. Скорость созревания ретикулоцитов была самой высокой в начале лета, а затем постепенно снижалась. Но в связи с высокой изменчивостью признака статистически значимых различий не установлено.

Температурные условия лета 1984 г. оказались иными, чем 1983 г. Средняя температура июня и июля почти не различалась и не достигала высоких величин. Возможно, поэтому все показатели крови (кроме гемоглобина) у полевок, отловленных в июле и июне, были сходными (табл. 2). Наши результаты вполне согласуются с изнениями показателей крови, установленными Силандером (Sealander, 1962) для белоногих хомячков. Изучая динамику красной крови (в продолжение 20 мес) у одних и тех же животных, содержащихся в клетках на улице, он обнаружил у них значимые различия в концентрации гемоглобина летом и зимой, которые он связывает с температурой окружающей среды. Отсутствовала сезонная изменчивость в СГЭ и диаметре эритроцита. Подобная динамика показателей крови наблюдалась и у хомячков, отловленных в природе и обследованных одновременно с животными клеточного содержания. В течение длительного теплого периода показатели крови у них практически не изменялись, лишь в самом жарком месяце (июле) оказались незначительно ниже, чем в другие месяцы. Такое продолжительное постоянство обусловлено, по-видимому, тем, что исследования проводились в южном районе, где температурный минимум за весь период не опускался ниже +5 °С. Как известно, гематологические показатели связаны с энергетикой организма, и, естественно, что при адаптации к колебанию температур могут происходить их сдвиги. Но для сдвигов необходимы сильные колебания температуры окружающей среды, а те, которые наблюдал Силандер, оказались недостаточными.

У обыкновенных полевок, отловленных в Казахстане, Т. М. Иванова (1979) обнаружила сезонные различия в содержании эритроцитов, причем наибольшее количество отмечено у полевок зимней и летней генераций. С чем связана такая реакция? Возможно, она явилась следствием высокой летней температуры и своеобразной реакции организма, обеспечивающей снабжение тканей большим количеством O₂ в жаркую погоду. Кроме

Индексы органов и показателей крови полевок, отловленных летом 1984 г.

Группа, месяц	Выборка	Индекс, %					Показатель крови				№
		печень	селезенка	сердце	почки	надпочечник	эритроциты, млн/мм ³	гемоглобин, г %	СГЭ	лейкоциты, тыс/мм ³	
Биостанция											
5 я,	I	51,4	5,52	5,48	8,1	0,18	8,65	17	19,7	4,5	16
		8	3,48	0,61	0,89	0,05	1,09	1,5		1,45	
		57,2	4,99	5,95	7,44	0,38	8,74	16,9	19,3	2,9	
июнь	II	7	3,39	0,82	1,01	0,16	1,16	1,3		1,57	15
		54,2	5,27	5,71	7,78	0,28	8,7	16,9	19,4	3,73	
		8	3,39	0,75	0,99	0,14	0,97	1,3		1,69	
6-я,	I	48,5	4,29	5,74	8,42	0,26	9,4	18,7	19,9	3,78	13
		5,6	3,18	0,69	1,55	0,1	1,19	1,6		1,88	
		54,2	6,15	5,92	8,51	0,48	9,53	18,3	19,2	2,7	
июль	II	9,4	6,6	0,98	1,61	0,14	0,83	0,6		1,2	10
		51	5,1	5,82	8,46	0,36	9,46	18,5	19,6	3,31	
		7,9	4,92	0,81	1,54	0,16	1,03	1,3		1,68	
Среднее за оба месяца	-	52,8	5,2	5,76	8,07	0,31	9,01	17,6	19,5	355	54
7-я, август	III	53,1	1,28	5,9	6,76	0,2	8,66	19,5	22,5	3,9	9
		9,1	0,27	0,41	0,57	0,05	1,62	1,04		0,91	

Тува (Эрзинский р-н)

Примечание. Обозначения см. в табл. 1.

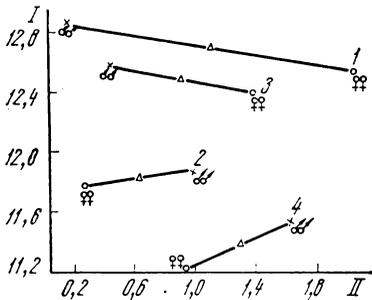


Рис. 2. Проекция векторов средних значений показателей крови у полевок, исследованных в 1983 г., в плоскости двух первых (I, II) канонических осей. 1—4 — исследуемые группы.

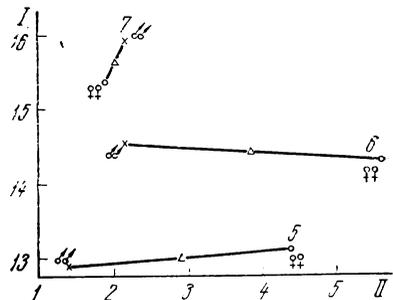


Рис. 3. Проекция векторов средних значений индексов органов и показателей крови у полевок, исследованных в 1984 г., в плоскости двух первых канонических осей. 5—7 — исследуемые группы.

того, известно, что полевки разных генераций отличаются физиологически, и, видимо, с этим связаны сезонные отличия показателей крови. Но, на наш взгляд, более убедительно первое предположение, так как при обследовании взрослых половозрелых особей генерационная принадлежность сказываться не должна. Ведущий фактор все-таки — температура окружающей среды.

Таким образом, можно сделать вывод, что животные одного вида, отловленные и обследованные при сравнимых температурах, имеют сходные показатели крови, т. е. при сравнении грызунов из разных районов можно допустимо брать животных, отловленных в разные сроки лета, но не при сильно различающейся температуре (в наших средних широтах оптимальные температуры приблизительно $18 \pm 6^\circ\text{C}$).

На втором этапе наших исследований мы выяснили действие загрязнения выбросами металлургического комбината на показатели крови обыкновенной полевки (*M. arvalis*). При сравнении по комплексу показателей крови (рис. 2) оказалось, что полевки из окрестностей КМК и биостанции наиболее удалены в направлении первой канонической оси, на которую приходится около 80 % всей изменчивости. Особенно велико расстояние между перезимовавшими животными, отловленными в мае из загрязненного и чистого районов. Среди полевок с биостанции выделяется лишь июльская выборка, а майская и августовская имеют практически совпадающие векторы.

Дисперсионный анализ по отдельным признакам показал, что у перезимовавших животных с биостанции количество эритроцитов ($0,01 < P < 0,05$) и гемоглобин ($P < 0,01$), выше, чем у зверей из окрестностей КМК. Если сравнить усредненные за лето показатели у полевок из грязного и чистого районов, то значи-

мые различия обнаружены только по концентрации гемоглобина. Высокая дисперсия показателей не позволила выявить каких-либо достоверных различий по таким признакам, как число ретикулоцитов, скорость их созревания и количество лейкоцитов. Однако все показатели у перезимовавших грызунов, обитающих в зоне загрязнения КМК, были несколько ниже, чем у грызунов в контрольном районе.

Существуют данные, что при неблагоприятных условиях у грызунов более низкое количество лейкоцитов, чем у тех, которые живут в оптимальных условиях. Поэтому мы можем предположить, что пониженное содержание лейкоцитов у полевок из загрязненного района — результат неблагоприятных условий их обитания. Конечно, окончательные выводы делать пока преждевременно, так как могут быть и другие причины, связанные, например, с динамикой численности или иными факторами.

Чешские зоологи (Hejlkova et al., 1983) установили обратную зависимость между количеством лейкоцитов и уровнем загрязнения среды: большее число лейкоцитов имели полевки из района, загрязненного промышленными эмиссиями. Авторы предлагают даже количество лейкоцитов использовать в качестве показателя биоиндикации. С нашей точки зрения, этот показатель вряд ли пригоден для биоиндикации (из-за очень высокой изменчивости).

Летом 1984 г. мы обследовали животных, привезенных из Тувы (по данным глобального мониторинга, это один из самых чистых районов СССР). Сравнение их с полевыми с биостанции также не позволило сделать заключение о пригодности какого-либо из показателей крови для биоиндикации (рис. 3). Результаты канонического анализа, проведенного по комплексу признаков, показали, что животные из Тувы в направлении первой канонической оси (на которую приходится большая часть изменчивости) заметно удалены от полевок с биостанции. Дисперсионный анализ не выявил существенных различий по отдельным признакам. И хотя индекс селезенки у *M. arvalis* из Тувы почти в 4 раза меньше, отличия недостоверны. Установлено, (Hejlkova et al., 1983), что индекс селезенки у грызунов, живущих в загрязненных условиях, выше, чем у контрольных. Подобные результаты получил Г. А. Катаев (1983), обнаружив, что относительная масса селезенки выше в районе загрязнения, в какой-то мере это согласуется и с нашими данными.

Выводы

1. На показатели крови сказываются достаточно сильные колебания температуры (даже в течение лета), поэтому мы предлагаем сравнивать животных из разных районов при сходной температуре окружающей среды.

2. Загрязнения, по всей вероятности, влияют на некоторые

показатели крови и индекс селезенки грызунов, но без дополнительной проверки для биоиндикации эти признаки использовать нельзя.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Андерсон Т. Введение в многомерный статистический анализ. М.: Физматгиз, 1963. 496 с.

Дмитрова П. М., Герасимов С., Барболова З. В. Сезонни исследования върху чурвената кръвяна на кафявата горска полевка (*Clethrionomys glareolus pirus* Wolf., 1940) от Витоша // Экология. 1982. № 10. С. 54—58.

Иванова Т. М. Сезонные изменения некоторых гематологических показателей у разных генераций обыкновенной полевки и домового мыши // Грызуны — вредители сельскохозяйственных растений. Алма-Ата, 1979. С. 205—213.

Ильяхина А. В., Буровская Т. Е., Шафиркин А. В., Ключанская Н. В. Некоторые методические исследования эритроцитарного баланса по данным подсчета инкубированных ретикулоцитов // Космич. биология и авиакосмич. медицина. 1982. № 3. С. 86—88.

Исаев С. И. Сезонные изменения некоторых энергетических показателей в популяции рыжих полевок в условиях Подмосковья // Биоиндикация состояния окружающей среды Москвы и Подмосковья. М., 1982. С. 92—96.

Катаев Г. А. Мелкие млекопитающие горных районов Кольского полуострова. Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Свердловск, 1983.

Кост Е. А. Справочник клинических и лабораторных методов исследования. М.: Медицина, 1975. 208 с.

Кривошеев В. Г., Уманцева Н. Д. Эколого-физиологические исследования сибирского и копытного леммингов // Экология полевок и землероек на северо-востоке Сибири. Владивосток, 1979. С. 50—69.

Мокриевич Н. А. Эколого-физиологические особенности обыкновенных полевок (*Microtus arvalis* Pall.) и домовых мышей (*Mus musculus* L.) в волжскоуральских песках // Зоол. журн. 1966. Т. 45, вып. 3. С. 447—451.

Hejlkova D., Jirouš J., Bejček V., Ječny V. The impact of industrial immission on the number of leucocytes and the spleen and liver weight of the common vole, *Microtus arvalis* // Ekológia, 1983. N 1. P. 75—84.

Holub M., Pelech L. Some growing and hemathological indexes of scholl age children living in various localities of district Mělník // Cs. hygiena. 1980. N 25. P. 158—164.

Nováková E. Hare as indicator of industrial immission impact on the LPA Český kras // Památky a přírody. 1979. N 8. P. 508—509.

Novácová E., Finková A., Sva Z. Etitude preliminaire des proteines sanguines ches la lieèvre commun exposé aux pollutions industrielles // Lectures of the international sci. conf. of hunting. Sopron, 1973. P. 69—83.

Pico V. The atmosphérical pollution and blood coloured index // Cs. hygiena. 1960. N 5. P. 297—301.

Sealander J. A. Seasonal chenges in blood values of deer mise and other small mammals // Ecology. 1962. N 43. P. 107—109.

Scelza J., Knoll J. Seasonal variation in various blood indeces of the kangaroo rat, *Dipodomy panamintinus* // Comp. Biochem. and Physiol. 1982. V. 71. P. 237—241.

Schmidt P., Petr B., Pícko V. The indexes of wite blood series and tonsiles and throth lymphatic glands condition diagnostic criteria of gentle change of child organism // Cs. hygiena. 1966. N 11. P. 473—478.

Rempе V. An ilustration of the prinsepel ideas of MANOVA // Biometrics. 1972. V. 28. N 1. P. 235—238.

СОДЕРЖАНИЕ

О. А. Пястолова. Некоторые проблемы зоологического контроля природной среды на Урале	3
В. Л. Вершинин. Уровень рекреационной нагрузки и состояние популяций сибирского углозуба	10
М. Н. Данилова. Воздействие нефти на амфибий в эксперименте	19
О. А. Пястолова. Экспериментальное изучение влияния нефти на рост <i>Bombina orientalis</i> Boul	30
Л. С. Некрасова. Изучение почвенной мезофауны в районе нефтяного загрязнения Среднего Приобья	37
Л. С. Некрасова, С. Д. Лепешкина. Лабораторные исследования токсичности разных концентраций хлорофоса для личинок кровососущих комаров	49
Л. Е. Лукьянова. Изучение экологических параметров мелких млекопитающих техногенных зон	55
О. А. Лукьянов. К проблеме оценки качества и состояния нарушенных экосистем	61
Н. Ф. Черноусова. Влияние выбросов медеплавильного комбината на эколого-физиологические признаки обыкновенной полевки	70
Н. Ф. Черноусова. К оценке влияния промышленных выбросов на мелких млекопитающих	83
Э. З. Гатиятуллина. Митотическая активность покровного эпителия обыкновенной полевки и остромордой лягушки в условиях техногенного загрязнения	91
Н. Л. Добринский, Ф. В. Кряжмский, Ю. М. Малафеев. Ренкции населения красной полевки на искусственное увеличение кормообеспеченности местообитаний в Субарктике	100
Н. В. Микшевич, Л. А. Ковальчук. Влияние конкуренции на поведение тяжелых металлов в системе «почва — растения — животные»	114

ЖИВОТНЫЕ В УСЛОВИЯХ АНТРОПОГЕННОГО ЛАНДШАФТА

СБОРНИК НАУЧНЫХ ТРУДОВ

*Рекомендован к изданию
Ученым советом
Института экологии растений и животных
и НИСО УрО АН СССР
по плану выпуска 1990 г.*

**Редактор С. С. Гаврилова
Художник М. Н. Гарипов
Технический редактор Н. Р. Рабинович
Корректоры Г. К. Лохнева, Н. В. Каткова**

Сдано в набор 17.07.89. Подписано в печать 8.06.90.
НС 17106. Формат 60×90¹/₁₆. Бумага газетная. Гарнитура
литературная. Печать высокая. Усл. печ. л. 8. Уч.-изд.
л. 9,5. Тираж 600. Заказ № 424. Цена 1 р. 50 к.

620008, Свердловск, ГСП-219, ул. 8 Марта, 202.
Ин-т экологии растений и животных
Типография изд-ва «Уральский рабочий».
Свердловск, пр. Ленина, 49.