

Обзорная статья

УДК 616.98:578.8(470.44)

<https://doi.org/10.35885/1684-7318-2025-3-318-333>

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ В РАЗВИТИИ ВЗГЛЯДОВ НА ДЕРАТИЗАЦИЮ И ДЕЗИНСЕКЦИЮ В ОЧАГАХ ИНФЕКЦИОННЫХ БОЛЕЗНЕЙ

А. Н. Матросов ✉, А. А. Кузнецов

*Российский научно-исследовательский противочумный институт «Микроб»
Роспотребнадзора*

Россия, 410005, г. Саратов, ул. Университетская, д. 46

Поступила в редакцию 04.10.2024 г., после доработки 19.12.2024 г., принята 14.01.2025 г., опубликована 15.10.2025 г.

Аннотация. Дератизация и дезинсекция до настоящего времени остаются наиболее востребованными разделами в комплексе профилактики зоонозов. На основе современных знаний о популяционной экологии носителей и переносчиков болезней разработана и внедрена в медицинскую практику концепция, предусматривающая необходимость учета экологических аспектов применения методов и способов контроля численности резервуарных видов животных, обеспечивающих безопасность и эффективность используемых методов и средств. Концепция включает проведение предварительного эпизоотологического обследования в очагах инфекционных болезней, отказ от практики широкомасштабных обработок территорий химическими средствами, разрушение и ликвидацию среды обитания целевых видов на объектах и территориях риска инфицирования населения, эпидемиологическую направленность при планировании и проведении родентицидных и инсектицидных обработок, обеспечение природоохранных мер и сохранение биологического разнообразия природных экосистем.

Ключевые слова: экология, очаги инфекционных болезней, профилактика, дератизация, дезинсекция, заболеваемость населения

Соблюдение этических норм. Исследования проводили без использования животных и без привлечения людей в качестве испытуемых.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования. Матросов А. Н., Кузнецов А. А. Экологические аспекты в развитии взглядов на дератизацию и дезинсекцию в очагах инфекционных болезней // Поволжский экологический журнал. 2025. № 3. С. 318 – 333. <https://doi.org/10.35885/1684-7318-2025-3-318-333>

✉ Для корреспонденции. Лаборатория эпизоотологического мониторинга Российского научно-исследовательского противочумного института «Микроб».

ORCID и e-mail адреса: Матросов Александр Николаевич: <https://orcid.org/0000-0003-4893-7188>, anmatrosova@mail.ru;
Кузнецов Александр Александрович: <https://orcid.org/0000-0002-0677-4846>, sansanych-50@mail.ru.

ВВЕДЕНИЕ

В XX в. в результате «великой индустриальной революции» медики получили возможность препятствовать широкому распространению таких особо опасных болезней, как чума, малярия, энцефалиты, геморрагические лихорадки, тифы и др. с помощью различных физических, химических и биологических способов устранения заразного начала. Бурное развитие химии привело к созданию искусственных средств уничтожения вирусов, бактерий, грибов, простейших и гельминтов – возбудителей зоонозов, а также мелких млекопитающих, прежде всего грызунов, и кровососущих членистоногих – хранителей и переносчиков возбудителей инфекций (Kozakevich et al., 1958; Kucheruk, 1964; Vashkov et al., 1965). Успехи медицинской химии в начальный период произвели эффект эйфории: даже у медицинской общественности создалось впечатление, что появился шанс в короткие сроки избавиться от опасных инфекционных болезней в мире в результате истребления не только их возбудителей, но и резервуарных животных, участвующих в их сохранении и распространении (Zabolotny, 1927; Kalabukhov, 1949; Fedorov et al., 1955; Kartman, Lonegran, 1955; Rall, 1960; Fenyuk, 1968; Cavanaugh et al., 1969; Naumov et al., 1972; Vashkov et al., 1974; Eigelis, 1980). Достаточно скоро пришло осознание опасного воздействия химических веществ на популяции диких и домашних животных, на здоровье самого человека. Большие количества токсических пестицидов накапливаются в почве, воде, воздухе, в организме животных и растений (Smith, Allen, 1954; Carson, 1963; Barnett, 1969; Dajor, 1972; Fedorov, Yablokov, 1999). Массовое применение химических средств в промышленности, сельском и лесном хозяйстве, в здравоохранении усугубило загрязнение природной среды, способности которой к разложению ксенобиотиков оказались не безграничными (Ehrlich, Birch, 1967; Voronova et al., 1972). Кроме того, в популяциях проблемных видов животных было обнаружено появление резистентных особей и популяций, устойчивых к воздействию инсектицидов и родентицидов (Brown, 1960; Drummond, Rennison, 1973; Roslavitseva, 1988; Rylnikov, Roslavitseva, 1990). В этой связи до настоящего времени опасность появления новых болезней и возвращения старых нозологий остаётся актуальной проблемой, требующей контроля и разработки мер управления эпидемиологическими рисками (Siegrist, 1999; Cher-kassky, 2007).

Формирование взглядов на меры борьбы с резервуарными животными на примере чумы

Развитие взглядов на использование химических средств борьбы с носителями и переносчиками инфекционных болезней можно проследить на примере чумы – одной из наиболее опасных и хорошо изученных природно-очаговых болезней (Popova, Kutyrev, 2021). В своей истории человечество трижды столкнулось с пандемическим распространением этой инфекции, уносившей миллионы жизней населения планеты в VI, XIII и XIX – XX вв. Между пандемиями в каждом столетии развивались её эпидемические проявления, охватив в исторический период все материки, исключая Антарктиду. В 1894 г. французским врачом А. Иерсином при исследованиях в Юго-Восточной Азии был открыт возбудитель чумы, что положило начало изучения этой болезни во всем мире. Большое значение в эпидемио-

логии и эпизоотологии чумы имели результаты работы и научной деятельности российских исследователей – Д. К. Заболотного, И. Ф. Гамалеи, И. Г. Иоффа, Б. К. Фенюка, И. Ф. Жовтого, Ю. М. Ралля, Н. П. Наумова и других. В начале прошлого столетия академиком Е. Н. Павловским на основе изучения трансмиссивных зоонозов в Средней Азии, Закавказье, Крыму и на Дальнем Востоке были сформулированы основные положения учения о природной очаговости инфекционных болезней (Pavlovsky, 1939), получившего мировое признание. Его развитие дало толчок к массовому привлечению зоологов к поиску и изучению очагов чумы, в результате чего на территории Советского Союза уже к середине XX в. было выделено около 40 природных очагов чумы на Кавказе, в Прикаспии, Средней Азии и в Сибири (Fedorov et al., 1955; Rall, 1958, 1960).

В 20 – 40-е гг. XX в. на фоне эпидемических осложнений в природных очагах чумы стали разрабатывать и внедрять методы борьбы с сурками, сусликами, песчанками, крысами и мышами с помощью высокотоксичных препаратов: цианплав, хлорпикрина, сероуглерода, флюоридов, мышьяковистых солей, сернистого таллия, фторацетатов натрия и бария и др. С 1946 г. эти яды были заменены на менее токсичный препарат – фосфид цинка, используемый в качестве действующего вещества в пищевых приманках. Благодаря своим свойствам (стабильности при хранении, высокой зооцидной активности, отсутствию вторичных отравлений у нецелевых видов животных) этот яд острого действия на долгие годы стал препаратом «первого выбора» в медицинской практике. Позднее в профилактических и противоэпидемических целях в очагах зоонозов, носителями которых являются грызуны и другие мелкие млекопитающие, также стали применять химические средства на основе органических соединений – альфа-нафтилтиомочевины и аминистигмина, обладающих избирательной активностью в отношении синантропных грызунов. С конца 1980-х гг. в СССР для медицинской дератизации стали широко использовать малотоксичные препараты из группы антикоагулянтов крови (Grolleau, 1983; Rylnikov, Zvonarev, 1986; Bykovsky et al., 1990; Survillo, Korneev, 1993; Jain, Khare, 2004). Достаточно обоснованными с экологической точки зрения были разработки противоэпидемических мероприятий с привязкой к участкам стойкой энзоотии чумы (Naumov et al., 1972), что в последующем всегда учитывалось при их планировании и проведении. Во всех случаях при применении родентицидных средств наблюдались случайные отравления нецелевых видов теплокровных, вызывающие массовый падеж диких и домашних животных (Nekipelov, Zhovty, 1959; Shilova, 1972, 1993, 2005; Burdelov et al., 1981; Shevchenko, Dubyansky, 1988; Pucek, 1989; Ochirov et al., 2000; Erofeeva et al., 2023).

До середины XX столетия в противочумной практике, несмотря на выявление роли блох – переносчиков заразного начала при чуме с конца XIX – XX вв. (Ogata, 1897; Simond, 1898; Verzhbitsky, 1904; Bacot, Martin, 1914; Hirst, 1927, 1933; Golov, Ioff, 1928; Eskey, Haas, 1940; Ioff, 1941; Blanc, Baltazard, 1942; Douglas, Wheeler, 1943; Burroughs, 1947; Zhovty, 1959; Vashchenok, 1988 и др.), основное внимание уделяли борьбе с грызунами – носителями чумного микроба. Считалось, что насекомые, в связи с короткой продолжительностью жизни, не могут длительно сохранять возбудителя в природных очагах, и их истребление не будет снижать активность эпизоотий (Kalabukhov, 1949; Fenyuk, 1968 и др.). В процессе развития зна-

ний по эпизоотологии чумы это положение было переосмыслено. С 1960-х гг. для снижения эпизоотической активности очагов чумы стали разрабатывать и использовать методы борьбы с переносчиками – блохами, что оказалось более обоснованным и эффективным. С этими целями использовали высокотоксичные препараты хлорорганических и фосфорорганических соединений, впоследствии замененные на менее токсичные препараты из групп пиретроидов, фенилпиразолов, пирролов и др. (Barnes, Kartman, 1960; Novokreschenova, 1962; Vashkov et al., 1965; Deoras, 1968; Zhovty, Kirillov, 1970; Ryckman, 1971; Zhovty, 1973; Chang, Plapp, 1983; Protopopyan, 1986; Colliot et al., 1992; Dryden et al., 2000; Metzger, Rust, 2002). Исследования показали, что истребление в очагах чумы только грызунов может приводить к эпидемическим осложнениям, провоцируя нападение голодных инфицированных блох на домашних животных и человека. Зачастую это оказывалось причиной заболеваний людей (Ioff, 1941; Bibikova, Klassovsky, 1974; Starozhitskaya et al., 1983; Khrulev, 1983; Knyazeva, 1986).

Физические методы борьбы с животными, имеющими медицинское значение

Альтернативным вариантом снижения численности проблемных видов грызунов и кровососущих членистоногих является физический метод борьбы с ними с помощью орудий лова, электрических устройств, газовых и световых ловушек-уничтожителей насекомых. Механические орудия отлова грызунов издавна применяются населением в профилактических целях для предупреждения их массового размножения и расселения. На небольшом числе объектов их можно использовать как постоянные точки (линии) ловушек, что требует регулярной проверки и перезарядки. При работе в эпидемических очагах зооантропонозов из-за низкой производительности они не востребованы. Электрические, акустические и световые устройства: защитные дератизационные системы, ультразвуковые и электромагнитные излучатели используют для отпугивания синантропных грызунов и насекомых, что не решает проблемы ликвидации эпидемических очагов (Mikhailov, Kozlov, 2008; Surinsky, Kozlov, 2018). Кроме того, такие приспособления требуют постоянного обслуживания, дороги в эксплуатации. Животные по окончании сеанса работы таких устройств возвращаются на объект. Для снижения численности кровососущих летающих насекомых показано применение различного типа электрических, газовых и световых ловушек-уничтожителей, но их использование ограничивается кратковременностью воздействия, небольшим радиусом действия. При постоянном их использовании на объекте такие проблемы устраняются.

Биологические методы контроля численности носителей и переносчиков инфекционных болезней

С середины прошлого века под прессом обоснованной критики неумеренного использования химических методов борьбы с носителями и переносчиками болезней, сельскохозяйственными и лесными вредителями, другими проблемными видами животных, начались исследования в области использования биологических методов контроля. Достаточно заманчивым было привлечение естественных врагов грызунов и кровососущих членистоногих. Такие попытки, в ряде случаев

успешные, были известны с конца XIX – начала XX в. и продолжают разрабатываться в новейшей истории. Обнадеживающие результаты были получены при применении патогенных бактериальных и вирусных культур микроорганизмов для борьбы с мелкими млекопитающими и паразитическими членистоногими (Gama-
lea, 1902; Merezhkovsky, 1923; Zasukhin et al., 1936; Prokhorov, 1951; Polozhentsev, 1954; Sweetman, 1958; Franz, 1961; Brinck-Lindroth, Smit, 1973; Kandybin, 1974; Coppel, Mertins, 1977; Dubitsky, 1978; Bykovskii, Kandybin, 1988; Zhung, Gill, 2002). В 1961 г. ВОЗ начала осуществлять специальную программу по изучению патогенных и хищных для членистоногих организмов. Хорошо зарекомендовали себя препараты на основе спорокристаллического комплекса штамма *Bacillus thuringiensis*. Были получены данные о том, что для борьбы с насекомыми можно использовать также 5 видов рода *Bacillus*, представителей семейств Enterobacteriaceae (сальмонеллы, шигеллы, кишечная группа бактерий), Lactobacteriaceae (молочно-кислые бактерии), Micrococcaceae, Pseudomonadaceae. В природе широко распространены полостные черви-нематоды семейств Mermithidae и Steinememati-
dae, паразитирующие в личинках комаров, в организме паукообразных. На блохах в массе паразитируют тироглифоидные клещи, вызывающие кастрацию самцов. Большое количество блох в норах млекопитающих поедается хищными клещами, пауками, жуками семейства Staphylinidae (Flegontova, 1938; Akopyan, 1961; Rubtsov, 1981). В результате исследований было определено, что в ряде случаев применение таких средств дает хороший эффект. Известны успешные эксперименты по уничтожению грызунов с помощью культур сальмонелл, вирусов миксоматоза, бактерий тифа грызунов и др. При использовании этого метода обнаружили, что такие искусственные эпизоотии могут расширяться далеко за пределы обработанных участков. Выяснилось, что помимо дороговизны, технологических сложностей производства и применения микробиологических средств, у зверьков вырабатывается иммунитет к этим препаратам. Были отмечены случаи заражения людей и домашних животных в местах применения вирусных и бактериальных препаратов. По этим причинам в 1968 г. ВОЗ приняла решение о запрещении применения сальмонелл в родентицидных целях.

Попытки привлечения хищных млекопитающих – кошек, собак, хорей, мангу-
стов, варанов, сов, ястребов, соколов и др. для борьбы с крысами и мышами также не всегда оказывались успешными. Пришли к выводу, что широкое внедрение биологических методов в медицинскую практику ограничено соображениями биологической безопасности. В природе все сбалансировано, и искусственное внесение новых штаммов микроорганизмов, паразитов и хищников может в любой момент выйти из-под контроля и привести к непредсказуемым последствиям (Shilova, 1993). По этим причинам биологические средства имеют ограниченное применение. Их можно использовать с профилактическими целями, но в случаях экстренных противоэпидемических мер это нецелесообразно.

Биохимические методы борьбы с носителями и переносчиками инфекционных болезней

С конца XX в. успехи микробиологии, биохимии и генетики навели исследо-
вателей на поиски методов искусственной регуляции численности проблемных

видов животных, направленных на нарушение гомеостаза их популяций (Viktorov, 1975; Averill, 1976; Shilova, Shilov, 1979; Filippovich, Kutuzova, 1985; Sharov, 1985; Marsh, 1988 и др.). Были разработаны и испытаны методы половой стерилизации проблемных видов животных, стрессирования зверьков в группировках нейрорепелликами, воздействия на популяции феромонами, гормональными препаратами, ингибиторами синтеза хитина, способами индуцирования летальных мутаций и др. (Wigglesworth, 1964; Motoba et al., 1992; Yamamoto, Miyamoto, 1998; Roslavl'tseva, 2000).

Указанные методы снижения численности резервуарных животных в очагах инфекционных болезней достаточно трудозатратны и дороги, их последствия не всегда могут контролироваться, в связи с чем они не нашли широкого применения в медицинской практике. Как правило, они используются в сочетании с другими методами контроля численности животных, имеющих медицинское значение.

Нарушение среды обитания носителей и переносчиков инфекционных болезней

С. А. Шилова, много лет изучавшая методы борьбы с проблемными видами животных, предложила концепцию управления их численностью с помощью мероприятий, нарушающих условия обитания таких «целевых» групп и видов (Shilova, 1993). Во многих случаях профилактические меры, направленные на устранение благоприятной среды для жизни, размножения и расселения таких животных с помощью комплекса санитарно-гигиенических и санитарно-технических технологий, обеспечивают длительный противоэпизоотический и противоэпидемический эффект без использования дорогостоящих и, в ряде случаев, неконтролируемых негативных последствий применения химических и биологических средств дезинсекции и дератизации в очагах инфекционных болезней. Внимание к экологическим аспектам регуляции численности в конце XX в. получило освещение в исследованиях медицинских зоологов и экологов, занимающихся проблемами охраны природы, загрязнения природной и среды обитания человека ксенобиотиками, сохранения биологического разнообразия естественных биоценозов (Kuznetsov, 1985; Davis, 1988; Konev, 1989; Shilova, 1993; Toshchigin et al., 2000; Shchipanov, 2001, 2002; Shekarova, 2005; Belik, 2009; Erofeeva et al., 2023).

Современные подходы к дератизации и дезинсекции в очагах инфекционных болезней

Численность носителей и переносчиков является одним из основных факторов природной очаговости зооантропонозов (Zabolotny, 1927; Ioff, 1941; Kalabukhov, 1949; Rall, 1960; Kucheruk, 1965; Vashkov et al., 1974; Protopopyan, 1986; Dyatlov, 2001; Meka-Mechenko et al., 2024; Magerramov et al., 2025). В настоящее время в природных очагах инфекционных болезней дезинсекция и дератизация остаются наиболее эффективными и востребованными разделами в комплексе профилактических и противоэпидемических мероприятий, направленных на предупреждение или подавление эпизоотий, предотвращение эпидемических осложнений или снижение уровня заболеваемости зооантропонозами. Во всех случаях

необходимо учитывать приоритет более действенных и малозатратных профилактических мероприятий, упреждающих развитие эпизоотий зооантропонозов без использования химических средств. Это касается, прежде всего, благоустройства населенных пунктов и их окрестностей, мест массового отдыха населения, эпидемиологически значимых объектов (предприятий пищевого производства, лечебно-профилактических и детских учреждений всех типов, транспортных средств и др.). Защита зданий и сооружений, окрестных территорий от заселения грызунами и кровососущими членистоногими, правильная агротехника на полях, мелиорация земель, своевременный вывоз и утилизация отходов, соблюдение санитарных норм при содержании домашних животных и др. лишают проблемных видов животных возможности размножаться и расселяться (Shilova, 1993; Singleton et al., 1999; Shekarova, 2005; Popova, Kutyrav, 2021).

В современный период разработана и реализуется концепция, ограничивающая объемы химических родентицидных и инсектицидных обработок в очагах чумы и других инфекционных болезней (Matrosov et al., 2011, 2020). С целями подавления эпизоотической активности очагов не проводятся родентицидные обработки в природных биотопах против ценных промысловых видов грызунов и зайцеобразных, узкоареальных, редких и исчезающих видов животных. Меры полевой дератизации применяются только при необходимости предотвращения заражения человека в случаях резкого подъема численности полиэстральных видов крыс, мышей и полевых, провоцирующего развитие интенсивных и экстенсивных эпизоотий чумы. При планировании и проведении дератизации принимают во внимание особенности реакции популяций носителей на искусственное снижение их плотности в группировках: повышение подвижности зверьков, рост интенсивности размножения, появление устойчивости к родентицидам, явления неophobia, аверсии и др. Подчеркивается, что управление популяциями носителей зоонозов основывается на принципах популяционной экологии, учитывающих всю совокупность факторов, определяющих устойчивость популяций мелких грызунов (Shilova, 1993; Shekarova, 2005; Shchipanov, 2019). Не планируются и не осуществляются родентицидные обработки в природных биотопах на больших площадях. По экстренным показаниям в эпидемических очагах проводится дератизация на локальных участках в поселениях малого суслика, малых песчанок и полевых вокруг населенных пунктов. В природных очагах чумы основное внимание обращают на проведение полевой и поселковой дезинсекции, снижающей риски реализации трансмиссивного механизма распространения возбудителя – основного при этом зоонозе. Широкий арсенал современных методов и средств борьбы с кровососущими членистоногими обеспечивает снижение численности блох во входах нор и гнездах носителей. Это позволило снизить, а в ряде случаев предотвратить развитие эпизоотий в поселениях основных носителей, являющихся охраняемыми видами в Прикаспийском песчаном, Тувинском горном, Центрально-Кавказском и Горно-Алтайском высокогорных природных очагах чумы (Balakhonov et al., 2018; Matrosov et al., 2021; Popov et al., 2022).

В эпидемических очагах зооантропонозов, на территориях выявленных эпизоотий чумы, туляремии, геморрагической лихорадки с почечным синдромом, клещевых и комариных инфекций разной этиологии при угрозе возникновения эпи-

демических осложнений осуществляются родентицидные обработки с целями снижения численности мелких млекопитающих – носителей или прокормителей кровососущих членистоногих, имеющих медицинское значение. При этом принимают во внимание сезонные особенности обитания грызунов, погодные условия, видовую и половозрастную структуру поселений грызунов, состояние кормовой базы, репродуктивный потенциал целевых видов, подвижность и поведенческие реакции грызунов в ответ на искусственное снижение их численности и др. (Amerkhanova et al., 2023).

В отношении борьбы с иксодовыми клещами, блохами и кровососущими комарами также учитывают экологические особенности их распределения и концентрации на территории, алиментарную активность, сезонные жизненные циклы, смену генераций и прокормителей и т.д. (Nikitin, Kardash, 2009; Verzhutski et al., 2014; Roslavl'tseva, 2015; Akhmetshina et al., 2019). Серьезной проблемой является организация и проведение инсектицидных обработок против летающих кровососущих насекомых. В этой связи в настоящее время разработаны и применяются методы борьбы с комарами в природных очагах с помощью авиации и беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) (Dremova, 2005; Zhulev, Roslavl'tseva, 2018). Эффективность дезинсекции окрыленных комаров и других летающих насекомых достаточно кратковременна. Более продолжителен эффект при использовании более безопасных биологических препаратов на основе спорокристаллического комплекса бактерии *Bacillus thuringiensis*, используемых для борьбы с личинками комаров в водоемах. Применение этого средства не наносит ущерба другим гидробионтам.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Медицинский принцип «не навреди» необходимо помнить и соблюдать во всех случаях организации и осуществления мероприятий, обеспечивающих эпидемиологическое благополучие населения, в том числе и в части регуляции численности носителей и переносчиков инфекционных болезней. До настоящего времени в нашей стране и за рубежом продолжают регистрироваться случаи массовой гибели нецелевых видов диких и домашних животных в результате неконтролируемого, непродуманного и широкого использования химических средств борьбы с проблемными видами животных, имеющих хозяйственное или медицинское значение. В 1993 г. вступила в силу международная конвенция о биологическом разнообразии, предусматривающая охрану различных форм жизни на Земле, включая экосистемы в целом, а также групп, видов и подвидов растений и животных с учетом их генетического разнообразия. Российская Федерация ратифицировала этот документ в 1995 г. На настоящее время конвенцию подписали 193 страны. Естественные причины, обуславливающие вымирание живых организмов, связанные с колебаниями климата, по-видимому, невозможно устранить. Изучение экологических факторов, применение этих знаний при планировании и проведении мер борьбы с животными, имеющими эпидемиологическое или санитарно-гигиеническое значение с помощью современных средств дератизации и дезинсекции, позволяет предотвращать, либо минимизировать ущерб, наносимый представителям нецелевых биологических видов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ / REFERENCES

Akhmetshina M. B., Shashina N. I., Germant O. M. About treatment against ticks in natural biotopes. *Pest Management*, 2019, no. 4(112), pp. 8–11 (in Russian). <https://doi.org/10.25732/PM.2020.112.4.002>

Akopyan M. M. On the issue of parasitic castration of fleas. *Natural Foci of Diseases and Issues of Parasitology*. 1961, vol. 3, pp. 562–567 (in Russian).

Amerkhanova E. N., Rozhkova E. V., Skotareva M. A., Khisamiev I. I. Experience in controlling the effectiveness of barrier winter deratization on the territory of natural focus of hemorrhagic fever with renal syndrome in the Republic of Bashkortostan. *Disinfection Affairs*, 2023, no. 3, pp. 17–23 (in Russian). <https://doi.org/10.35411/2076-457X-2023-17-23>

Averill R. L. W. Chemosterilants for *Rattus exulans*. In: *The Ecology and Control of Rodents in New Zealand Nature Reserves: Proceedings of a Symposium*. Wellington, Department of Lands and Survey, 1976, pp. 213.

Bacot A. W., Martin C. Y. Observations on the mechanism of the transmission of plague by fleas. *Journal of Hygiene*, 1914, vol. 13, suppl., pp. 423–439.

Balakhonov S. V., Shchuchinov L. V., Mishchenko A. I., Matrosov A. N., Denisov A. V., Rozhdestvensky E. N., Korzun V. M., Kosilko S. A., Tagyzova S. L., Toporkov V. P., Popov N. V., Shcherbakova S. A., Kutuyev V. V. Organization of preventive, anti-epidemic actions to decrease risks of epidemic situation complications for plague in Republic Altai. *Journal of Microbiology, Epidemiology and Immunobiology*, 2018, no. 6, pp. 85–94 (in Russian). <https://doi.org/10.36233/0372-9311-2018-6-85-94>

Barnes A. M., Kartman L. Control of plague vectors on diurnal rodents in the Sierra Nevada of California by use of insecticide bait-boxes. *Journal of Hygiene*, 1960, vol. 58, no. 3, pp. 347–355.

Barnett G. W. The effects of an acute insecticide stress on a semi-enclosed grassland ecosystem. *Ecology*, 1969, vol. 49, no. 6, pp. 1019–1035. <https://doi.org/10.2307/1934487>

Belik V. P. Impact of zinc phosphide on birds in the areas of deratization works in the XX century. *Pest Management and Problems of Biodiversity Conservation: Materials of the All-Russian Scientific and Practical Conference with international participation*. Moscow, A. N. Severtsov Institute of Ecology and Evolution of the Russian Academy of Sciences Publ., 2009, pp. 11–14 (in Russian).

Bibikova V. A., Klassovsky L. N. *Plague Transmission by Fleas*. Moscow, Meditsina, 1974. 188 p. (in Russian).

Blanc G., Baltazard M. Sur le mechanism de la transmission de la pest par *Xenopsylla cheopis*. *Compte Rendu des Seances de la Societe de Biologie*, 1942, vol. 136, no. 19-20, pp. 645–647.

Brinck-Lindroth G., Smit F. G. Parasitic nematodes in fleas in Northern Scandinavia and notes on intersexuality and castration in *Amphipsylla sibirica* Wagn. *Entomologica Scandinavica*, 1973, vol. 4, pp. 302–322.

Brown A. A. Present of Insecticide Resistance in Fleas. *Bulletin of the World Health Organization*, 1960, vol. 23, no. 2-3, pp. 410.

Burdelov L.A., Koptsev L.A., Trukhachev N. N. On the side effects of measures to limit the number of gerbils with the use of poisoned grain bait. *Ekologiya i meditsinskoe znachenie peschanok fauny SSSR: tezisy dokladov II Vsesoyuznogo soveshchaniya po ekologii i meditsinskomu znacheniyu peschanok – vazhneishikh gryzunov aridnoi zony* [Ecology and Medical Importance of Gerbils in the Fauna of the USSR: Abstracts of the II All-Union Meeting on Ecology and Medical Importance of Gerbils – the Most Important Rodents of the Arid Zone]. Moscow, Institute of Epidemiology and Microbiology named after N. F. Gamaley of the USSR Academy of Medical Sciences Publ., 1981, pp. 314–315 (in Russian).

Burroughs A. L. Sylvatic plague studies. The vector efficiency of nine species of fleas compared with *Xenopsylla cheopis*. *Journal of Hygiene*, 1947, vol. 45, no. 3, pp. 371–396. <https://doi.org/10.1017/S0022172400014042>

- Bykovskii V. A., Kandybin N. V. Biological principles, development and perspectives of the bacteria and viruses. In: *Rodent Pest Management*. Boca Ration, CRC Press, 1988, pp. 378–405.
- Bykovsky V. A., Nikolaeva N. N., Segal R. L. Anticoagulant rodenticides and rodent commensals. *Agrokhimiya*, 1990, no. 6, pp. 104–124 (in Russian).
- Carson R. *Silent Spring*. London, Hamilton, 1963. 276 p.
- Cavanaugh D. C., Ryan P. F., Marshall J. D. The role of commensal rodents and their ectoparasites in the ecology and transmission of plague in South-East Asia. *Bulletin of the Wildlife Disease Association*, 1969, vol. 5, iss. 3, pp. 187–194. <https://doi.org/10.7589/0090-3558-5.3.187>
- Chang C. P., Plapp F. W. DDT and pyrethroids: Receptor binding and mode of action in the house fly. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 1983, vol. 20, iss. 1, pp. 76–85. [https://doi.org/10.1016/0048-3575\(83\)90123-2](https://doi.org/10.1016/0048-3575(83)90123-2)
- Cherkassky B. L. *Risk in Epidemiology*. Moscow, Prakticheskaya meditsina, 2007. 480 p. (in Russian).
- Colliot F., Kukorowski K., Hankins D., Roberts D. Fipronil: A new soil and broad spectrum insecticide. *Brighton Crop Protection Conference – Pests and Diseases*. Brighton, 1992, pp. 29–34.
- Coppel H. C., Mertins J. W. *Biological Insect Pest Suppression*. Berlin, Springer-Verlag, 1977. 428 p.
- Dajor R. *Precis d'ecologie*. Paris, Dunod, 1972. 434 p.
- Davis D. E. Population principles. In: *Rodent Pest Management*. Boca Ration, CRC Press, 1988, pp. 171–179.
- Deoras P. Flea control. *Pesticides, Annual*, 1968, pp. 102–106.
- Douglas J. R., Wheeler C. M. Sylvatic plague studies. II. The fate of *Pasteurella pestis* in the flea. *The Journal of Infectious Diseases*, 1943, vol. 72, no. 1, pp. 19–30.
- Dremova V. P. *Gorodskaya ehntomologiya. Vrednye nasekomye v gorodskoi srede* [Urban Entomology. Harmful Insects in the Urban Environment]. Yekaterinburg, IzdatNaukaServis, 2005. 280 p. (in Russian).
- Drummond D., Rennison B. Identification of rodent resistance to anticoagulants. *Bulletin of the World Health Organization*, 1973, vol. 48, no. 2, pp. 254–258.
- Dryden M., Magid-Denenberg T., Bunch S. Control of fleas on naturally infested dogs and cats and in private residences with topical spot applications of fipronil or imidacloprid. *Veterinary Parasitology*, 2000, vol. 93, iss. 1, pp. 69–75. [https://doi.org/10.1016/S0304-4017\(00\)00318-6](https://doi.org/10.1016/S0304-4017(00)00318-6)
- Dubitsky A. M. *Biological Control of Bloodsucking Flies in the USSR*. Alma-Ata, Nauka, 1978. 265 p. (in Russian).
- Dyatlov A. I. Prospects for the control of plague in its natural foci. *Journal of Microbiology, Epidemiology, and Immunobiology*, 2001, no. 6, pp. 64–66 (in Russian).
- Ehrlich P. R., Birch L. C. The “balance of nature” and “population control”. *The American Naturalist*, 1967, vol. 101, no. 918, pp. 97–107. <https://doi.org/10.1086/282477>
- Eigelis Y. K. *Gryzuny Vostochnogo Zakavkaz'ya i problema ozdorovleniya mestnogo ochaga chumy* [Rodents of the Eastern Transcaucasia and the Problem of Improving the Local Plague Outbreak]. Saratov, Saratov State University Publ., 1980. 262 p. (in Russian).
- Erofeeva E. V., Surkova Ju. E., Shubkina A. V. Modern rodenticides and non-target species. *Povolzhskiy Journal of Ecology*, 2023, no. 2, pp. 148–178 (in Russian). <https://doi.org/10.35885/1684-7318-2023-2-148-178>
- Eskey C. R., Haas V. H. Plague in the western part of the United States. *Public Health Bulletin*, 1940, vol. 55, no. 254, pp. 1–83.
- Fedorov L. A., Yablokov A. V. *Pesticides – a Toxic Blow to the Biosphere and Humans*. Moscow, Nauka, 1999. 462 p. (in Russian).
- Fedorov V. N., Rogozin I. I., Fenyuk B. K. *Prevention of Plague*. Moscow, Medgiz, 1955. 230 p. (in Russian).

Fenyuk B. K. Prospects of fighting the plague in the future. In: *Gryzuny i ikh ektoparazity (Ekologiya, epidemiologicheskoe znachenie, bor'ba)* [Rodents and Their Ectoparasites (Ecology, Epidemiologic Significance, Control)]. Saratov, Saratov State University Publ., 1968, pp. 307–313 (in Russian).

Filippovich Yu. B., Kutuzova N. M. Hormonal regulation of metabolism in insects. *Itogi nauki i tekhniki. Ser. Biologicheskaya khimiya*, 1985, vol. 21. 228 p. (in Russian).

Flegontova A. A. Staphylin beetles as regulators of flea abundance in burrows of *Citellus pygmaeus* Pall. *Bulletin of Microbiology, Epidemiology and Parasitology*, 1938, vol. 16, no. 1-2, pp. 135–152 (in Russian).

Franz J. M. Biological control of pest insects in Europe. *Annual Review of Entomology*, 1961, vol. 6, iss. 1, pp. 183–200. <https://doi.org/10.1146/annurev.en.06.010161.001151>

Gamalea N. F. *Plague and Rats: With an Appendix of Instructions for Extermination of Rats*. Odessa, Tipografiya Yuzhno-Russkogo obshchestva pechatnogo dela, 1902. 41 p. (in Russian).

Golov D. A., Ioff I. G. On the role of rodent fleas in the South-East of the USSR in the epizootology of the plague. *Trudy I Vsesoyuznogo protivochumnogo soveshchaniya* [Proceedings of the I All-Union Anti-Plague Meeting]. Saratov, Anti-Plague Center of the South-East of the RSFSR Publ., 1928, pp. 458–462 (in Russian).

Grolleau G. Is the anticoagulant bromadiolone rodenticide dangerous for predatory animals and in particular raptors? *The Tense of Plants*, 1983, no. 1-2, pp. 219–223.

Hirst L. F. Rat-flea surveys and their use as a guide to plague preventive measures. *Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene*, 1927, vol. 21, iss. 2, pp. 87–108. [https://doi.org/10.1016/S0035-9203\(27\)90047-9](https://doi.org/10.1016/S0035-9203(27)90047-9)

Hirst L. F. A rat-flea survey of Ceylon with a brief discussion of recent work on rat-flea species distribution in relation to the spread of bubonic plague in the East Indies. *Ceylon Journal of Science*, 1933, vol. 3, pt. 1, pp. 49–113.

Ioff I. G. *Voprosy ekologii blokh v svyazi s ikh epidemiologicheskimi znacheniyami* [Issues of Flea Ecology in Connection With Their Epidemiological Significance]. Pyatigorsk, Ordzhonikidzevskoe kraevoe izdatel'stvo, 1941. 116 p. (in Russian).

Jain S., Khare A. K. Efficacy and palatability of bromadiolone against house rats, *Rattus rattus*. *Rodent (Newsletter)*, 2004, vol. 28, no. 3–4, pp. 25–26.

Kalabukhov N. I. The significance of rodents as a factor of the foci of some infections. *Zoologicheskii zhurnal*, 1949, vol. 28, iss. 5, pp. 389–406 (in Russian).

Kandybin N. V. *Mikrobiologicheskii metod bor'by s gryzunami* [Microbiological Method of Rodent Control]. Moscow, All-Union Research Institute of Information and Technical and Economic Studies on Agriculture Publ., 1974. 60 p. (in Russian).

Kartman L., Lonegran R. P. Wild-rodent-flea control in rural areas of an enzootic plague region in Hawaii; a preliminary investigation of methods. *Bulletin of the World Health Organization*, 1955, vol. 13, no. 1, pp. 49–68.

Khrulev M. V. *Comparison of the Effectiveness of Various Methods of Plague Prevention in the Central Asian Desert Hearth*. Thesis Diss. Cand. Sci. (Med.). Saratov, 1983. 16 p. (in Russian).

Knyazeva T. V. The activity of the attack of small gopher fleas on humans in the conditions of the Caspian Northwestern plague outbreak. In: *Epidemiologiya, epizootologiya i profilaktika osobo opasnykh infektsii* [Epidemiology, Epizootology and Prophylaxis of Especially Dangerous Infections]. Saratov, Institute “Microbe”, 1986, pp. 20–25 (in Russian).

Kozakevich V. P., Domoradsky I. V., Bakhrakh E. E. *Yady, primenyaemye dlya bor'by s khranitelnyami i perenoschikami osobo opasnykh infektsii* [Poisons Used to Combat Keepers and Vectors of Especially Dangerous Infections]. Moscow, Medgiz, 1958. 156 p. (in Russian).

Konev V. I. *Ways to Improve Nonspecific Prophylaxis of Leptospirosis in Coal Mines*. Thesis Diss. Cand. Sci. (Med.). Moscow, 1989. 24 p. (in Russian).

Kuznetsov A. A. *Evaluation of the Effectiveness of the Fight Against Plague Carriers in the Volga-Ural Sands*. Thesis Diss. Dr. Sci. (Biol.). Saratov, 1985. 22 p. (in Russian).

Kucheruk V. V. *Bor'ba s gryzunami – nositelyami boleznei* [The Fight Against Rodents – Carriers of Diseases]. Moscow, Meditsina, 1964. 38 p. (in Russian).

Magerramov Sh. V., Matrosov A. N., Bocharnikova T. A., Grazhdanov A. K., Martsokha K. S., Kuznetsov A. A., Sludsky A. A., Popov N. V. Decrease in the population of the small ground squirrel – *Spermophilus pygmaeus* Pallas, 1779 (Rodentia, Sciuromorpha, Sciuridae) in the Volga-Ural steppe natural focus of plague. *Povolzhskiy Journal of Ecology*, 2025, no. 1, pp. 48–63 (in Russian). <https://doi.org/10.35885/1684-7318-2025-1-48-63>

Marsh R. E. Chemosterilants for rodent control. In: *Rodent Pest Management*. Boca Raton, CRC Press, 1988, pp. 353–364.

Matrosov A. N., Kuznetsov A. A., Knyazeva T. V. Ecological aspects of rodent population control in natural plague foci on the territory of the Russian Federation. *Russian Journal of Ecology*, 2011, vol. 42, no. 4, pp. 283–287. <https://doi.org/10.1134/S1067413611040102>

Matrosov A. N., Kuznetsov A. A., Sludsky A. A., Ibragimov E. Sh., Abdikarimov S. T., Meka-Mechenko V. G., Berdibekov A. T., Nikitin A. Ya., Korzun V. M., Popov N. V. The role of disinsection and deratization in the framework of non-specific prophylaxis of diseases among the population in natural plague foci in the territory of the CIS countries. *Problems of Particularly Dangerous Infections*, 2020, no. 3, pp. 6–16 (in Russian). <https://doi.org/10.21055/0370-1069-2020-3-6-16>

Matrosov A. N., Chipanin E. V., Nikitin A. Ya., Denisov A. V., Mishchenko A. I., Rozhdestvensky E. N., Kuznetsov A. A., Popov N. V. Efficiency of disinsection and deratization aimed at reducing epidemiologic risks in Gorno-Altayskiy high-mountain natural plague focus. *Health Risk Analysis*, 2021, no. 4, pp. 136–145 (in Russian). <https://doi.org/10.21668/health.risk/2021.4.15>

Meka-Mechenko V. G., Sadovskaya V. P. Results of monitoring the prevalence and number of carriers, fleas of the great gerbil and epizootological survey in the territory of natural plague foci of Kazakhstan in 2023. *Especially Dangerous Infections and Biological Safety*, Almaty, 2024, no. 8–9, pp. 58–74 (in Russian).

Merezhkovsky S. S. *The Results of the Mass Application of Cultures of Danich bacilli for the Extermination of Rats*. Petrograd, Bacteriological Laboratory of the 2nd State Chemical-Pharmaceutical Plant b. “Sopitaf” Publ., 1923. 24 p. (in Russian).

Metzger M. E., Rust M. K. Laboratory evaluation of fipronil and imidacloprid topical insecticides for control of the plague vector *Oropsylla montana* (Siphonaptera: Ceratophyllidae) on California ground squirrels (Rodentia: Sciuridae). *Journal of Medical Entomology*, 2002, vol. 39, iss. 1, pp. 152–161. <https://doi.org/10.1603/0022-2585-39.1.152>

Mikhailov L. M., Kozlov A. V. Substantiation of technology and technical means for repelling and destroying rodents in the agro-industrial complex. *Bulletin of Tyumen State Agricultural Academy*, 2008, no. 1(4), pp. 106–109 (in Russian).

Motoba R., Suzuki T., Uchida M. Effect of a new acaricide, fenpyroximate, on energy metabolism and mitochondrial morphology in adult female *Tetranychus urticae* (two-spotted spider mite). *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 1992, vol. 43, iss. 1, pp. 37–44. [https://doi.org/10.1016/0048-3575\(92\)90017-T](https://doi.org/10.1016/0048-3575(92)90017-T)

Naumov N. P., Lobachev V. S., Smirin V. M. *Recommendations for the Improvement of the Central Asian Plain (Desert) Hearth of the Plague*. Moscow, Moscow University Press, 1972. 101 p. (in Russian).

Nekipelov N. V., Zhovty I. F. Protection of useful rodents from destruction during antiepidemic measures. *Okhrana prirody Sibiri: materialy Pervoi Sibirskoi konferentsii* [Nature Conservation in Siberia: Proceedings of the First Siberian Conference]. Irkutsk, Knizhnoe izdatel'stvo, 1959, pp. 53–56 (in Russian).

Nikitin A. Ya., Kardash A. I. The possibility of using certain pyrethroids for the prevention of plague in natural foci of gopher-type bacteria. *Medical Parasitology and Parasitic Diseases*, 2009, no. 4, pp. 42–44 (in Russian).

Novokreschenova N. S. *Ecological Substantiation of the Fight Against Bugs in the Burrows of the Small Gopher and the Big Gerbil*. Thesis Diss. Cand. Sci. (Biol.). Leningrad, 1962. 19 p. (in Russian).

Ochirov Yu. D., Vasiliev G. I., Kuraev A. M., Oskina L. A., Nikitin A. Ya. Qualitative and quantitative changes in populations of plague vectors and non-target objects under the influence of chemical treatments. *Quarantine and Zoonotic Infections in Kazakhstan*. Almaty, 2000, no. 2, pp. 173–175 (in Russian).

Ogata M. Ueber die Pestepidemia in Formosa. *Centralblatt für Bakteriologie und Parasitenkunde*, 1897, Bd. 21, S. 769–777.

Pavlovsky E. N. Natural foci of infectious and parasitic diseases. *Bulletin of the Academy of Sciences of the USSR*, 1939, vol. 10, pp. 98–108 (in Russian).

Polozhentsev P. A. Helminths of insects (nematodes and gordeids). *Helminthological Laboratory of the USSR Academy of Sciences*, 1954, vol. 7, pp. 282–303 (in Russian).

Popov N. V., Karnaukhov I. G., Kuznetsov A. A., Matrosov A. N., Safronov V. A., Porshakov A. M., Ivanova A. V., Martsokha K. S., Korzun V. M., Verzhutsky D. B., Chipanin E. V., Lopatin A. A., Dubyansky V. M., Ashibokov U. M., Gazieva A. Yu., Zenkevich E. S., Balakhonov S. V., Kulichenko A. N., Kutyrev V. V. Enhancement of epidemiological surveillance in natural plague foci of the Russian Federation and forecast of epizootic activity for 2022. *Problems of Particularly Dangerous Infections*, 2022, no.1, pp. 35–42 (in Russian). <https://doi.org/10.21055/0370-1069-2022-1-35-42>

Popova A. Yu., Kutyrev V. V., ed. *Specific Plague Prevention: Status and Prospects*. Saratov, Amirit, 2021. 304 p. (in Russian).

Prokhorov M. I. *Bakteriologicheskii metod bor'by s myshevidnymi gryzunami* [Bacteriological Method of Control of Mouse-like Rodents]. Moscow, Leningrad, Gosudarstvennoe izdatel'stvo sel'skokhozyaistvennoi literatury, 1951. 84 p. (in Russian).

Protopopyan M. G. Field disinfection in natural foci of the plague of the USSR. In: *Epidemiologiya, epizootologiya i profilaktika osobo opasnykh infektsii* [Epidemiology, Epizootology and Prophylaxis of Especially Dangerous Infections]. Saratov, Institute “Microbe”, 1986, pp. 55–68 (in Russian).

Pucek Z. A preliminary report on the threatened rodents in Europe. *Rodents*, 1989, no. 4, pp. 26–32.

Rall Yu. M. *Leksii po epizootologii chumy* [Lectures on Epizootology of Plague]. Stavropol, Knizhnoe izdatel'stvo, 1958. 243 p. (in Russian).

Rall Yu. M. *Gryzuny i prirodnye ochagi chumy* [Rodents and Natural Foci of Plague]. Moscow, Leningrad, Medgiz, 1960. 224 p. (in Russian).

Roslavtseva S. A. The spread of insecticide-resistant arthropod populations in the world. *Agrokimiya*, 1988, no. 2, pp. 121–136 (in Russian).

Roslavtseva S. A. Neonicotinoids – a new promising group of insecticides. *Agrokimiya*, 2000, no. 1, pp. 49–52. (in Russian).

Roslavtseva S. A. *Izbrannye leksii po meditsinskoj dezinfektsii* [Selected Lectures on Medical Disinfection]. Moscow, NIIDezinfektologii Rospotrebnadzora Publ., 2015. 204 p. (in Russian).

Rubtsov I. A. *Parazity i vragi blokh* [Parasites and Foes of Fleas]. Leningrad, Nauka, 1981. 101 p. (in Russian).

Ryckman R. E. Plague vector studies. IV. A comparison of insecticide application techniques for flea control on ground squirrels. *Journal of Medical Entomology*, 1971, vol. 8, iss. 6, pp. 671–674. <https://doi.org/10.1093/jmedent/8.6.671>

Rylnikov V. A., Zvonarev A. V. Analysis of the population of gray rats in the process of their extermination by anticoagulants. *Seraya krysa* [Gray Rat]. Moscow, USSR Academy of Sciences Publ., 1986, vol. 2, pp. 116–139 (in Russian).

Rylnikov V. A., Roslavtseva S. A. On the issue of rodent resistance to rodenticides. *Agrokhimiya*, 1990, no. 2, pp. 152–156 (in Russian).

Sharov A. A. Management of populations of harmful insects taking into account the natural mechanisms of population dynamics. *Zoologicheskii zhurnal*, 1985, vol. 64, no. 9, pp. 1298–1309 (in Russian).

Shchipanov N. A. *Ecological Bases of Small Mammal Population Management. Selected lectures*. Moscow, Grif & Co., 2001. 182 p. (in Russian).

Shchipanov N. A. Functional organization of population: An approach to studying of population survivability. Applied aspects (Small mammals as example). *Zoologicheskii zhurnal*, 2002, vol. 81, iss. 9, pp. 1048–1077 (in Russian).

Shchipanov N. A. Population resilience of small mammals. Why it is important and what it depends on? *Povolzhskiy Journal of Ecology*, 2019, no. 4, pp. 503–523. <https://doi.org/10.35885/1684-7318-2019-4-503-523>

Shevchenko V. L., Dubyansky M. A. On cases of bird poisoning with zinc phosphide-treated grain bait. *Ekologiya*, 1988, no. 1, pp. 85–87 (in Russian).

Shekarova O. N. Ecologically sound control of the number (management) of rodent pests. *RET-info*, 2005, no. 1 (53), pp. 47–50 (in Russian).

Shilova S. A. The problem of the side harmful effects of pesticides in field medical disinfection. In: *Vliyanie pestitsidov na dikikh zhivotnykh* [The Effect of Pesticides on Wild Animals]. Moscow, TSBNTIleskhoza, 1972, pp. 75–82 (in Russian).

Shilova S. A. *Population Ecology as a Base for Small Mammal Control*. Moscow, Nauka, 1993. 201 p. (in Russian).

Shilova S. A. Biological diversity and control of the number of “problematic” animal species: compromises, contradictions, prospects. *RET-info*, 2005, no. 4 (56), pp. 8–10 (in Russian).

Shilova S. A., Shilov I. A. Modern population ecology and problems of population control of small mammals. *Zoologicheskii zhurnal*, 1979, vol. 58, no. 7, pp. 1042–1046 (in Russian).

Siegrist D. W. The threat of biological attack: Why concern now? *Emerging Infectious Diseases*, 1999, vol. 5, no. 4, pp. 567–570. <https://doi.org/10.3201/eid0504.990407>

Simond P. La propagation de la peste. *Annales de l'Institut Pasteur*, 1898, vol. 64, no. 5, pp. 713–915.

Singleton G. R., Leirs H., Hinds L. A., Zhibin Z. Ecologically-based management of rodent pest: Reevaluating our approach to an old problem. In: *Ecologically-based Management of Rodent Pest*. Canberra, Australian Centre for International Agricultural Research, 1999, pp. 17–29.

Smith R. F., Allen W. W. Insect control and the balance of nature. *Scientific American Magazine*. 1954, vol. 190, no. 6, pp. 38–42. <https://doi.org/10.1038/scientificamerican0654-38>

Starozhitskaya G. S., Rassokhina O. S., Knyazeva T. V. Assessment of the epidemiological significance of fleas of different species by their ability to feed on human blood. *Profilaktika prirodnoochagovykh infektsii: tezisy dokladov Vsesoyuznoi nauchno-prakticheskoi konferentsii* [Prophylaxis of Natural Focal Infections: Theses of Reports of the All-Union Scientific-Practical Conference]. Stavropol, Research Anti-Plague Institute of the Caucasus and Transcaucasia Publ., 1983, pp. 269–272 (in Russian).

Surinsky D. O., Kozlov A. V. Effective ultrasonic rodent repeller. *Selskiy Mechanizator*, 2018, no. 12, pp. 26–27 (in Russian).

Survillo A. V., Korneev G. A. Problems of nonspecific prophylaxis in natural foci of plague at the present stage. *Disinfection Affairs*, 1993, iss. 2-3, pp. 29–32 (in Russian).

Sweetman H. L. *The Principles of Biological Control. Interrelation of Hosts and Pests and Utilization in Regulation of Animal and Plant Population*. Dubuque, Brown, 1958. 560 p.

Toshchigin Yu. V., Ryl'nikov V. A., Ivanitskaya E. G. Improvement and improvement of the ncy of deratization by using special containers. *RET-info*, 2000, no. 1 (33), pp. 48–52 (in Russian).

Vashkov V. I., Sukhova M. N., Kerbabaev E. B., Schneider E. V. *Insecticides and Their Application in Medical Practice. Insecticides and Their Application in Medical Practice*. Moscow, Meditsina, 1965. 524 p. (in Russian).

Vashkov V. I., Vishnyakov S. V., Polezhaev V. G., Toshchigin Yu. V., Turov I. S. *Insektitsidy i ikh primeneniye v meditsinskoj praktike* [Rodent Control in Cities and Settlements of Rural Areas]. Moscow, Meditsina, 1974. 256 p. (in Russian).

Vashchenok V. S. *Blokhi (Siphonaptera) – perenoshchiki vozbuditelei boleznei cheloveka i zhivotnykh* [Fleas (Siphonaptera) – Vectors of Pathogens of Human and Animal Diseases]. Leningrad, Nauka, 1988. 160 p. (in Russian).

Verzhbitsky D. T. *On the Role of Insects in the Epidemiology of Plague: Experimental Studies on Fleas: Pulex irritans, P. canis, P. felis, Typhlopsylla musculi and Bedbugs: Cimex lectularius*. Diss. Dr. Sci. (Med.). Kronstadt, 1904. 160 p. (in Russian).

Verzhutski D. B., Nikitin A. Ya., Kovaleva N. I., Galatsevich N. F., Chumakova N. A., Tkachenko S. V., Chumakov A. V. Main results of preventive disinfection measures in the Sagil valley (Tyva natural plague focus). *Far Eastern Journal of Infectious Pathology*, 2014, no. 25, pp. 18–22 (in Russian).

Viktorov G. A. Dynamics of the number of animals and its management. *Zoologicheskii zhurnal*, 1975, vol. 54, no. 6, pp. 721–724 (in Russian).

Voronova L. D., Denisova A. V., Shilova S. A., Sedykh E. L., Smirnov A. A. Sevin distribution in forest biocenosis and its effect on forest fauna. *Vliyanie pestitsidov na dikikh zhivotnykh* [The Effect of Pesticides on Wild Animals]. Moscow, TSBNTIleskhoza, 1972, pp. 67–74 (in Russian).

Wigglesworth V. B. The hormonal regulation of growth and reproduction in insects. *Advances in Insect Physiology*, 1964, vol. 2, pp. 247–336. [https://doi.org/10.1016/s0065-2806\(08\)60076-4](https://doi.org/10.1016/s0065-2806(08)60076-4)

Yamamoto I., Miyamoto T. Neonicotinoid biochemical mode of action. In: *Books of Abstracts of 9th International Congress on Pesticide Chemistry*. London, Royal Society of Chemistry, 1998, pp. 4B-011.

Zabolotny D. K. Plague. *Fundamentals of Epidemiology*. Moscow, Leningrad, Gosudarstvennoe izdatel'stvo, 1927, vol. 1, pp. 186–203 (in Russian).

Zasukhin D. N., Ioff I. G., Tiflov V. E. Materials for the study of parasites and enemies of fleas. *Bulletin of Microbiology, Epidemiology and Parasitology*, 1936, vol. 15, no. 1, pp. 24–44 (in Russian).

Zhovty I. F. Some issues of flea ecology in connection with their epizootological significance. *Prirodnaya ochagovost' i epidemiologiya osobo opasnykh infektsionnykh zabolevanii* [Natural Foci and Epidemiology of Especially Dangerous Infectious Diseases]. Saratov, State Research Institute of Microbiology and Epidemiology of the South-East of the USSR “Microb” Publ., 1959, pp. 170–180 (in Russian).

Zhovty I. F. Pest control of rodent burrows – the leading method of prevention in Siberian natural foci of plague. In: *Profilaktika chumy v prirodnykh ochagakh* [Prevention of Plague in Natural Foci]. Saratov, All-Union Scientific and Research Anti-Plague Institute “Microbe” Publ., 1973, pp. 197–199 (in Russian).

Zhovty I. F., Kirillov V. V. Ecological features of fleas and the place of pest control in the prevention of plague and rehabilitation of Siberian foci. *Problems of Particularly Dangerous Infections*, 1970, vol. 1, pp. 60–63 (in Russian).

Zhulev A. I., Roslavyteva S. A. *The use of Aviation for Medical Disinfection (Technology, Application Experience)*. Moscow, Gigiena Plus, 2018. 136 p. (in Russian).

Zhung M., Gill S. S. Mode of Action of *Bacillus thuringiensis* toxins. In: Voss G., Ramos G., eds. *Chemistry of Crop Protection: Progress and Prospects in Science and Regulation*. Basel, Wiley-VCH, 2002, pp. 213–234. <https://doi.org/10.1002/3527602038.ch17>

Review

<https://doi.org/10.35885/1684-7318-2025-3-318-333>

Ecological aspects in the development of views at deratization and disinfection in foci of infectious diseases

A. N. Matrosov , A. A. Kuznetsov

*Russian Research Anti-Plague Institute "Microbe"
46 Universitetskaya St., Saratov 410005, Russia*

Received: October 4, 2024 / December 19, 2024 / accepted: January 14, 2025 / published: October 15, 2025

Abstract. Deratization and disinsection remain the most in-demand tools in the complex of zoonotic disease prevention to this day. Based on modern knowledge of the population ecology of the carriers and vectors of diseases, a concept has been developed and introduced into medical practice that takes into account the environmental factors of use of the methods and ways to control the numbers of reservoir animal species, ensuring the safety and effectiveness of the techniques applied. The concept includes a preliminary epizootiological survey in infectious disease foci; waiver of the practice of large-scale treatment of territories with chemicals, as well as destruction and elimination of the habitat of the target species on the premises and territories at risk of infection of the population; epidemiological focus in planning and conducting rodenticide and insecticide treatments; ensuring environmental protection measures and preserving the biological diversity of natural ecosystems.

Keywords: ecology, infectious disease foci, prevention, deratization, disinsection, morbidity rates among the population

Ethics approval and consent to participate: This work does not contain any studies involving human and animal subjects.

Competing interests: The authors have declared that no competing interests exist.

For citation: Matrosov A. N., Kuznetsov A. A. Ecological aspects in the development of views at deratization and disinfection in foci of infectious diseases. *Povolzhskiy Journal of Ecology*, 2025, no. 3, pp. 318–333 (in Russian). <https://doi.org/10.35885/1684-7318-2025-3-318-333>

 *Corresponding author:* Laboratory of Epizootiological Monitoring of the Russian Research Anti-Plague Institute "Microbe", Russia.

ORCID and e-mail addresses: Alexander N. Matrosov: <https://orcid.org/0000-0003-4893-7188>, anmatrosov@mail.ru; Alexander A. Kuznetsov: <https://orcid.org/0000-0002-0677-4846>, sansanych-50@mail.ru.