

УДК 619

## МЕТОДОЛОГИЯ СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА: ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА ЭКОЛОГО-ЭПИЗООТОЛОГИЧЕСКОГО ПРОГНОЗА

**Игорь Евстафьев**

*Крымская республиканская санэпидстанция (Симферополь, АР Крым, Украина)*

*Адреса для зв'язку: І. Євстаф'єв; Кримська республіканська санепідемстанція (відділ особливо небезпечних інфекцій); вул. Набережна, 67, Сімферополь, АР Крим, Україна; e-mail: e-igo@ukr.net*

**Методологія системного аналізу: теорія і практика еколого-епізootологічного прогнозу. — Євстаф'єв І.** — Показано необхідність комплексного системного підходу при вивченні природних осередків зоонозних інфекцій. Висвітлено питання збору матеріалів для вивчення моніторингу природно-осередкових екосистем, їх основних структурних компонентів та інформації для складання прогнозу. Показано необхідність комплексного системного підходу при вивченні природних осередків зоонозних інфекцій. Висвітлено питання збору матеріалів для вивчення моніторингу природно-осередкових екосистем, їх основних структурних компонентів.

Ключові слова: осередки зоонозних інфекцій, прогноз, моніторинг.

**Methodology of system analysis: theory and practice of ecological and epizootic prognosis. — Evstafiev I.** — The necessity of an integrated system approach in the study of natural foci of zoonotic infections is shown. Problems of material collection for monitoring of natural foci ecosystems and their main structural components and information for the prognosis are analyzed. The necessity of an integrated system approach in the study of natural foci of zoonotic infections is shown. Problems of material collection for monitoring of natural foci ecosystems and their main structural components are analyzed.

Key words: focus of zoonotic infections, prognosis, monitoring.

### Введение

Перспективным инструментом изучения, анализа и прогноза функционирования различных экосистем и их отдельных элементов является методология системного анализа. Методология системного анализа должна прийти на смену классической методологии монофакторного исследования. Именно системные методы исследования соответствуют сути общей экологии, как науки об исключительно сложной, глобальной, иерархически организованной системе, функционирующей по нелинейным законам, на фоне сильных внешних воздействий вероятностного характера. Системный подход требует рассматривать любую экосистему как расчлененное целое, как системно дифференцированный объект познания, отличающийся своеобразным взаимодействием уровней организации.

С другой стороны, использование системного подхода предполагает изучение природных экосистем как целостной системы, с решением таких задач, как изучение элементов, составляющих его основу, выяснение структуры и определение его иерархии (структурный анализ); выявление функциональных связей между всеми компонентами системы и механизмов поддержания его целостности и стабильности (функциональный анализ).

В настоящее время на территории различных административных единиц Украины проводится множество разрозненных зоологических, экологических, паразитологических, эпизоотологических, микробиологических и других исследований, направленных на изучение местной фауны. Вместе с тем аналитических комплексных работ по обобщению таких разнообразных данных, как региональных, так и в масштабах Украины, нет.

Создание целостной картины структуры конкретных экосистем и познание особенностей функционирования и регуляции отдельных их компонентов и всей системы в целом, позволит создавать краткосрочные и долгосрочные прогностические анализы и модели, которые дадут в руки человека рычаг для воздействия на такие экосистемы.

Только краткосрочные и долгосрочные прогнозы, созданные на основе самых разнообразных научных данных, позволяют оценивать с определенной степенью вероятности, предстоящее изменение эколого-фаунистической и эпизоотологической ситуации на той или иной территории и Украине в целом. Такие данные важны для оценки динамики численности редких и охраняемых видов, охотничье-промысловых видов, вредителей сельского и лесного хозяйства, видов переносчиков и хранителей природно-очаговых инфекций и т.д.

Поэтому, пришло время шире применять комплексный системный подход к анализу частных разрозненных данных. В полной мере эта задача касается организации мониторинга зоонозов, который проводят региональные СЭС. На современном этапе задачам системного анализа природно-очаговых экосистем и их мониторинга наиболее полно отвечают исследования, проводимые биологами отделов особо опасных инфекций (ООИ). Проводимые ими эколого-эпизоотологические обследования территорий имеют комплексную направленность.

В связи с этим рассмотрим круг основных задач, решаемых биологами отделов ООИ СЭС при осуществлении ими мониторинга за природно-очаговыми экосистемами, и объектов этого мониторинга. Рассмотрим, на основе чего создается эколого-эпизоотологический обзор, и какие данные лежат в его основе, какова цель создания регулярных эколого-эпизоотологических обзоров и прогнозов.

### **Методология мониторинга за природно-очаговыми экосистемами**

В основе данной статьи лежат наработки автора (Евстафьев, 2000), литературные данные (Кучерук, 1952; Методы учета..., 1952; Кучерук, Коренберг, 1964; Попов, 1967; Карасева, Свешникова, 1971; Инструкция..., 1978 и др.), а также ведомственные методические материалы, которые регламентируются такими документами, как: Закон Украины «Об обеспечении санитарного и эпидемического благополучия населения» (Закон..., 1994), Закон Украины «Про захист населення від інфекційних хвороб» (Закон..., 2000) и др.

В качестве основы для обоснования проводимых исследований биологами отделов ООИ СЭС лежит известный факт наличия на территории каждой области Украины целого ряда природных очагов таких широко распространенных природно-очаговых инфекций (зоонозов), как: туляремия, лептоспироз, бешенство, клещевой энцефалит, иксодовые клещевые боррелиозы, целый ряд геморрагических лихорадок и др.

Основой для создания эколого-эпизоотологических прогнозов служат природно-климатические, экологические, зоопаразитологические и микробиологические данные, полученные в результате разностороннего изучения различных природных экосистем.

На основе анализа полученных самых разнообразных научных данных дается оценка динамики численности отдельных, наиболее эпидзначимых видов животных, а также экозоологическая и эпизоотическая ситуации в целом на изучаемых территориях, как на ближайший период, так и более отдаленную перспективу. Такова основная цель проводимых биологами отделов ООИ СЭС исследований.

Изучение природных очагов особо-опасных инфекций включает в себя следующее:

- изучение природно-ландшафтных условий региона обследования,
- изучение видового состава, обилия и распределения по территории (биотопам), основных носителей и переносчиков природно-очаговых инфекций,
- сезонный и многолетний мониторинг изменения численности основных носителей и переносчиков,
- выявление определяющих регуляторных механизмов их динамики и др.

Решение этих проблем является основной задачей биологов ООИ, и их результаты излагаются в полугодовых обзорах и аналитических краткосрочных и долгосрочных прогнозах.

### **Организация мониторинга**

Следует иметь в виду, что поскольку различные регионы обследования имеют свои характерные ландшафтные и природно-климатические особенности, а также имеется четко выраженная специфика различных объектов мониторинга, способов сбора мониторинговой информации и пр., то очевидно, что все разнообразие методик сбора данных, а тем более их анализа не может быть сведено к одного вида схеме.

В связи с этим является важным соблюдение тех главных методологических установок, которые обеспечивают надежность, сопоставимость и преемственность получаемых для анализа и составления прогнозов данных.

Вся работа биологов включает три блока работы:

- полевая работа,
- камеральная (лабораторная) обработка,
- аналитическая работа.

### **Полевая работа**

В задачи полевого раздела работы (т.е. эпизоотологического обследования) входят:

- проведение в оптимальные фенологические сроки учетов численности носителей (в первую очередь фоновых видов);
- выявление мест сохранения поселений носителей («стаций переживания») в периоды депрессий их численности;
- уточнение видового состава, пространственного распределения и численности животных на потенциально очаговых территориях, выявление на них мест возможного возникновения эпизоотий;
- изучение особенностей экологии животных, которые определяют развитие эпизоотий и условия заражения человека.

Полевая работа на контролируемой биологами территории включает в себя проведение как рекогносцировочных, так и углубленных эпизоотологических обследований.

Рекогносцировочное обследование территории позволяют ускоренно и более широко обследовать контролируемые районы. Такую рекогносцировку местности проводят в основном визуальными методами. Она дает возможность оперативного получения предварительной информации об общем состоянии главных факторов природной среды, влияющих на эпизоотическую активность очагов; ориентировочного выделения участков наиболее вероятного проявления эпизоотий, что используется для корректировки календарно-территориального плана работ и эколого-эпизоотологических обследований.

В целом рекогносцировочное обследование энзоотичных территорий включает: общую визуальную оценку абиотических и биотических факторов, обуславливающих природную очаговость в данном регионе (погодные условия, особенно аномальные явления и их последствия; состояние растительного покрова, определяющего кормовые и защитные условия жизни носителей; обилие и биотопическое распределение животных, имеющих медицинское значение; характер изменений в биоценозах, в частности происходящих под воздействием хозяйственной деятельности человека).

**Планирование работ и подбор мониторинговых участков.** Эколого-эпизоотологическое обследование в масштабах каждой области планируется следующим образом.

На основании литературных данных дается подробное описание региона обследования и составляется (или берется уже готовая, если таковая имеется) карта ландшафтно-экологического районирования области. При этом деление территории на ландшафтно-экологические участки проводится с учетом границ географических зон, подзон и т.п.

В основе эколого-эпизоотологического обследования обязательно должно лежать сочетание стационарных форм наблюдений с разовыми обследованиями территории, что позволяет надежнее выявлять как общий характер динамики численности носителей, так и ее локальные изменения, вызванные местными причинами.

Путем разовых учетов, проводимых соответствующими методами выборочно на отдельных участках района обследования, получают сведения главным образом о текущем состоянии численности носителей. Такой формой учетов следует по возможности охватывать все основные типы биотопов, пригодные для обитания изучаемых видов и на которых сосредоточена основная часть популяции. Другими словами, необходимо охватывать изучением те биотопы, которые играют определяющую роль в динамике численности каждого конкретного вида животных.

В связи с тем, что выраженная периодичность и разобщенность разовых учетов не позволяет получать адекватных данных о многолетней динамике численности носителей на обширных пространствах, в каждом ландшафтно-экологическом районе контролируемой территории в наиболее типичных зональных биотопах выделяют ключевые участки — пункты многолетних (долговременных) наблюдений. Именно на таких стационарных участках (пунктах многолетних наблюдений) ведется постоянный мониторинг.

Для стационара выбирают территорию площадью не менее 10 тыс. га, и в них должны войти все характерные для данного участка биотопы. Количество и места их размещения определяются в зависимости от разнообразия природных экосистем с целью получения достоверной информации для всей территории региона. На стационарных пунктах многолетних наблюдений проводится изучение видового состава животных, распределение их по биотопам, сезонных и многолетних изменений численности грызунов, их эктопаразитов и пастбищных клещей.

Остальные районы, не причисленные к стационарам, должны обязательно охватываться разовыми обследованиями с интервалом 1 раз в два-три года.

Показаниями для внеочередного и срочного эпизоотологического обследования служат сообщения о заболеваниях людей и о падеже грызунов (полевок, водяной крысы, ондатры, зайцев и др.). В этих случаях обследование проводят в первую очередь в предполагаемых местах заражения людей.

В основе проведения эколого-эпизоотологического обследования территории лежат следующие методики работы:

- визуальные учеты численности хищных млекопитающих и птиц, зайцев и колониальных грызунов (суслики, полевки и др.). При этом маршрутный метод применяется в открытых полевых станциях, где обитают суслики, сурки или преобладают обыкновенная и общественная полевки, степная пеструшка;
- отловы грызунов и мелких насекомоядных осуществляется с использованием метода ловушко-линий (ловушки Геро);
- очес эктопаразитов (блох, гамазовых и краснотелковых клещей) с добытых мелких млекопитающих;
- сбор трупов павших и погибших позвоночных животных, их костных останков, а также остатков жертв со стола пернатых и наземных хищников;
- сбор иксодовых клещей в природе, с крупного и мелкого рогатого скота, собак и других доступных для осмотра диких и домашних животных (коты, зайцы, ежи и др.);
- сбор погадок хищных птиц (ушастой, болотной сов, сыча и др.);
- отбор из природы проб (образцов) со следами жизнедеятельности животных (гнездовой материал, растительные и другие компоненты из мест обитания животных) взятие субстрата из нор грызунов и сбор экскрементов основных видов носителей

Весь добытый и собранный материал доставляется в лабораторию ООИ для следующего этапа работы — его камеральной обработки.

## Лабораторный раздел

В задачи лабораторного (камерального) раздела работы входят:

- при лабораторном вскрытии полевого материала проводится определение возрастного и полового состава добытых особей ММ, а по состоянию генеративных органов — их репродуктивная активность и идет определение хода размножения;
- проводится отбор образцов из тканей различных органов животных для дальнейшего бактериологического и вирусологического исследования на носительство ими возбудителей природно-очаговых инфекций;
- проводится разбор погадок хищных птиц, экскрементов плотоядных млекопитающих и костных останков носителей для последующих серологических исследований; определение животных по возможности с точностью до вида по содержащимся костным фрагментам. При вскрытиях проводится определение возрастного и полового состава добытых особей ММ, их репродуктивной активности по состоянию генеративных органов.

**Анализ первичных результатов.** Завершается цикл эпизоотологического обследования анализом результатов полевых наблюдений и лабораторных исследований и дается оценка состояния природных экосистем и очагов; составляется эпизоотологический обзор и прогноз численности носителей и решается ряд других задач:

- определение биотопической приуроченности и пространственной (по возможности и популяционной) структуры поселений носителей, хода размножения, возрастного и полового состава популяций, подвижности животных,
- оценивается эколого-физиологического состояния особей, и других особенностей экологии, которые определяют развитие эпизоотий и условия заражения человека,
- проводится оценка текущего состояния численности носителей (фоновых видов) и прогноз ожидаемых изменений и т.д.

## Аналитический блок работы

Этот этап работы связан с составлением эпизоотологических обзоров и прогнозов. Рассмотрим следующие три важных элемента:

- 1) ведение баз данных,
- 2) основные составляющие прогноза,
- 3) схема прогноза.

**Ведение баз данных.** Важнейшей предпосылкой и условием успешного хранения и дальнейшего анализа полученных результатов, является ведение универсальных электронных баз данных. Только электронные базы позволяют быстро объединить данные, полученные различными исследователями как в одном и том же регионе, так и в различных, а также очень оперативно и безошибочно проводить сравнительный анализ огромных массивов данных. Конечные результаты аналитической работы, связанной с природными очагами и освещаемые в обзорах и прогнозах.

Для чего необходимы эпизоотологические обследования территории и составленные на их основе региональные обзоры и прогнозы?

Высокая плотность населения во многих регионах Украины и его интенсивная агро- и лесохозяйственная деятельность, а также высокая рекреационная активность населения обуславливают постоянную и тесную связь людей с природными очагами многих природно-очаговых болезней.

Разнообразие природных условий (ландшафтов, флоры и фауны) оказывает определяющее влияние на распределение природных очагов по территории республики, их структуру и особенности функционирования.

При анализе и интерпретации полученных данных следует иметь в виду, что, поскольку территории многих областей характеризуются некоторыми общими чертами ландшафтов и

природных условий, то и очаги природно-очаговых инфекций нередко имеют близкие эпизоотологические и эпидемиологические характеристики. Это позволяет использовать унифицированные методы и подходы к изучению эпизоотологии природных очагов.

Поэтому, взяв за основу ландшафтные особенности и особенности фауны основных хранителей и переносчиков инфекции, при рассмотрении очагов природных инфекций на Украине, ее территорию можно разделить на следующие зоны: смешанные леса (Полесье), лесостепь, степь, и две горные системы: Карпаты и Крым.

При этом роль основных носителей и переносчиков инфекции в каждом выделенной зоне принадлежит практически одним и тем же видам (группам близких видов) позвоночных и беспозвоночных животных.

**Основные составляющие прогноза** следующие:

- определение интенсивности выявленных эпизоотий, границ их распространения, тенденции дальнейшего развития и степени эпидемической опасности;
- характеристика особенности механизма циркуляции возбудителя в периоды его активной фазы и сохранения в межэпизоотические периоды;
- определение функциональной роли отдельных видов носителей и переносчиков в выявленных новых природных очагах;
- прогнозирование эпизоотических ситуаций и угрозы эпидемических осложнений; обоснование необходимых мер профилактики в очагах.

**Схема прогноза.** Существует определенная общепринятая схема составления эпизоотологического прогноза, определенная утвержденными нормативными документами («Рекомендации по проведению противоэпизоотических и противоэпидемических мероприятий»):

- 1) обоснование прогноза и вредоносность грызунов;
- 2) метеорологические условия и кормовая база, характерные для данного периода года;
- 3) условия размножения и численность грызунов по биологическим видам и природно-ландшафтным зонам по учетным данным биологических групп и данных других ведомств и служб;
- 4) сведения о численности иксодовых клещей и кровососущих насекомых по видам и природно-ландшафтным зонам;
- 5) объем зоологической работы и результаты лабораторных исследований полевого материала (грызуны, гнезда, вода открытых водоемов и др.) за оценочный период, проведенный лабораториями отделов особо опасных инфекций;
- 6) оценка эпизоотологической и эпидемиологической ситуации. Прогноз численности мышевидных грызунов на предстоящий период года. Оценка предыдущего прогноза;
- 7) эпизоотологический и эпидемиологический прогноз по данной нозоформе на конкретной ландшафтно-географической территории.

Таким образом, конечным результатом комплексных зоопаразитологических исследований является: составление обзоров и прогнозов численности мелких млекопитающих и их эктопаразитов, а также эпизоотологических прогнозов на ближайший сезон.

## **Заключение**

Итогом работы медицинских зоологов является составление прогнозов изменений численности носителей и их участия в прогнозировании возможных эпизоотических ситуаций в их поселениях. Эти прогнозы строятся на основании объективных результатов оценки плотности и общего состояния популяций животных, а также разностороннего анализа сложившейся обстановки в природных очагах болезней. Особо важное значение имеет предвидение массовых размножений фоновых видов (обычно основных носителей возбудителя), способствующих активизации очагов и усложнению эпидемиологической обстановки.

Разработка прогнозов численности грызунов и других носителей инфекций строится на материалах, характеризующих изменение этой численности в течение предшествующего и текущего сезона или года и причин, его обусловивших.

Построение прогнозов исходит из полифакторной природы динамики численности животных, обусловленной как внутренними (регулирующими) механизмами самой популяции, так и внешними (модифицирующими) условиями среды ее обитания. Поэтому не столько отдельные условия (внутренние или внешние), сколько благоприятное, удачное их сочетание приводит к резкому увеличению плотности населения и общей численности популяций. Например, действие таких факторов, как сроки наступления и характер весны, состояние кормовой базы, зимние условия и ряда других, накладывается на общее состояние популяции грызунов, структурную и функциональную активность ее элементов, фазу цикла и т. д. Исключения могут составить лишь аномальные явления природы, приводящие порой к катастрофическим вымираниям популяций или их отдельных частей.

В связи с этим только комплексный анализ всех действующих факторов и выделение среди них ведущих является непременным условием составления объективного прогноза и реальной оценки ожидаемых изменений численности животных. В то же время следует учитывать, что в практике эпизоотологического мониторинга используют, как правило, краткосрочные прогнозы, составленные для конкретных территорий на ближайшие полгода или год.

## Литература

- Евстафьев И. Л.* Системный подход к изучению природных очагов инфекций Крыма // Экология регионов и здоровье населения: теория и практика : Мат. респ. конф. 22–24 ноября 2000 г. — Симферополь, 2000. — С. 104–106.
- Закон України:* «Об обеспечении санитарного и эпидемического благополучия населения». — Київ, 1994 (пр. № 4005 ХП от 24.02.1994 г.).
- Закон України:* «Про захист населення від інфекційних хвороб». — К., 2000 (пр. № 1645 Ш, від 6.04.2000 р.).
- Инструкция по учету численности грызунов для противочумных станций Советского Союза / Минздрав СССР.* — Саратов, 1978. — 79 с.
- Карасева Е. В., Свешникова Н. П.* Дикие позвоночные животные — носители лептоспир в природе и характер эпизоотии в их популяциях // Лептоспирозы людей и животных. — Москва : Медицина, 1971. — С. 163–207.
- Кучерук В. В.* Количественный учет важнейших видов вредных грызунов и землероек // Методы учета численности и географического распределения наземных позвоночных. — Москва : Изд-во АН СССР, 1952. — С. 9–45.
- Кучерук В. В., Коренберг Э. И.* Количественный учет важнейших теплокровных носителей болезней // Методы изучения природных очагов болезней человека. — Москва : Медицина, 1964. — С. 129–154.
- Методы учета численности и географического распределения наземных позвоночных // Под ред. А. Н. Формозова.* — Москва : Изд-во АН СССР, 1952. — 341 с.
- Попов В. А.* О стандартизации методики учета мышевидных грызунов и мелких млекопитающих // Материалы по грызунам: Фауна и экология грызунов. — Москва : Изд-во МГУ, 1967. — Вып. 8. — С. 197–202.