

*В.Н. Кавецкий, профессор, Е.Н. Багацкая, канд. с-х. наук,
Н.А. Рыженко, канд. с-х наук.*

СИСТЕМА ЭКОТОКСИКОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ – ОСНОВА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ВНУТРЕННЕГО ДИНАМИЧЕСКОГО РАВНОВЕСИЯ ЭКОСИСТЕМ

Институт экогигиены и токсикологии им. Л.И. Медведя, Киев

Экологическая сущность химического загрязнения проявляется в нарушении действия законов, принципов, правил существования и функционирования биологических систем разного уровня, начиная от организменного и заканчивая биосферным.

По Тейярд де Шардену[1]: — "...нельзя рассматривать материю "в себе", то есть в ее качествах при любом объеме так, как если бы мы могли отделить от нее один фрагмент и изучить этот образец вне всего остального. Этот прием искусственный. Взятая в своей конкретной физической реальности, ткань универсума не может разрываться. Как своего рода гигантский "атом", она в своей целостности образует единственно реальное неделимое. Необходимо осознать, что космос, в котором находится человек, благодаря неувязимой целостности своего ансамбля, образует систему, целое и квант. Систему по своей множественности; целое по своему единству; квант по своей энергии — и это внутри неограниченного контура" (рис. 1).

Согласно Закона внутреннего динамического равновесия (ЗВДР) — "вещество, энергия, информация и динамические качества отдельных природных систем и их иерархий взаимосвязаны настолько, что любое изменение одного из этих показателей вызывает сопутствующие функционально-структурные количественные и качественные перемены, сохраняющие общую сумму ве-

щественно-энергетических, информационных и динамических качеств систем, где эти изменения происходят" [2].

Этот закон одно из узловых положений в природопользовании.

Пока изменения среды слабы и возникли на относительно небольшой площади, они или ограничиваются конкретным местом, или "гаснут" в цепи иерархий экосистем. Но как только перемены достигают существенных значений для крупных экосистем, они приводят к существенным сдвигам в этих обширных природных образованиях, а через них, согласно 2-му следствию из закона внутреннего динамического равновесия, и во всей биосфере Земли. Будучи относительно необратимыми, изменения в природе в конечном итоге оказываются и трудно нейтрализуемыми с социально-экономической точки зрения: их устранение требует больших материальных средств и физических усилий.

Сдвигая динамическое равновесие (квазистационарное) состояния природных систем с помощью значительных вложений энергии (например, путем распашки, применения пестицидов и других агротехнических приемов), люди нарушают состояние экологических компо-

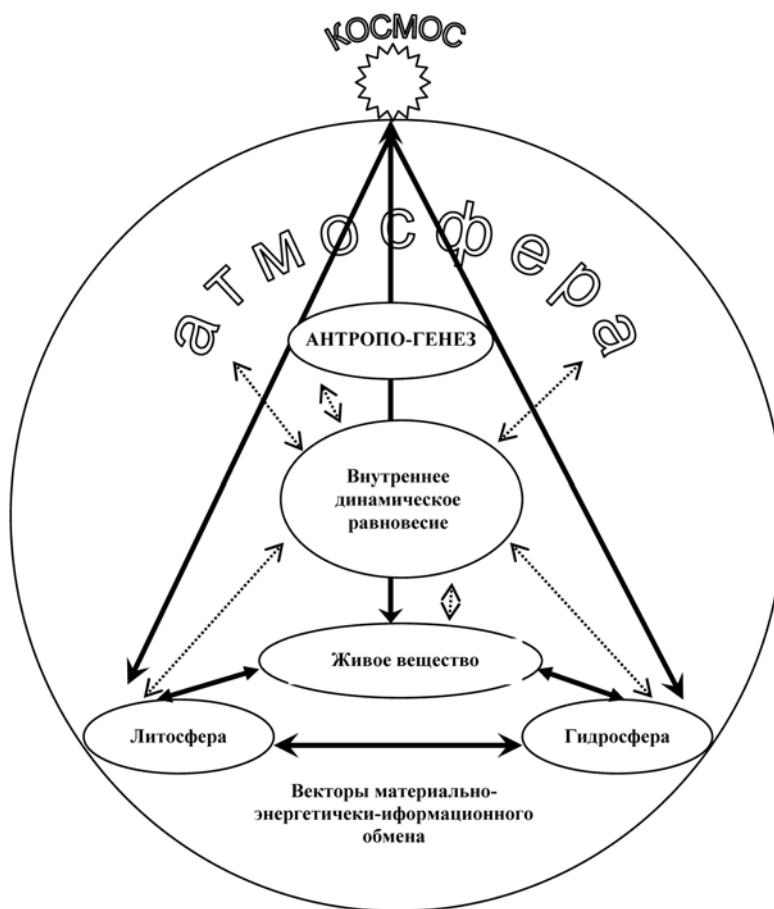


Рисунок 1. Схема проявления закона внутреннего динамического равновесия в биоценозах (по Тейярд-де-Шардену, В.И.Вернадскому, Д.М.Прянишникову, М.Ф.Реймерсу).

нентов, достигая увеличения полезной продукции или состояния среды, благоприятного для жизни и деятельности человека. Если сдвиги "гаснут" в иерархии природных систем и не вызывают термодинамического разлада в данной природной системе, положение благоприятно. Однако излишнее вложение энергии и возникающий в результате вещественно-энергетический разлад ведут к снижению природно-ресурсного потенциала, ухудшению гигиенических условий существования человека, опустыниванию территорий. Учитывая, что гигиена отрасли медицины, изучающая влияние окружающей среды и производственной деятельности на здоровье человека, методологически обосновывает и разрабатывает системы мероприятий по наблюдению, управлению и контролю, направленных на снижение влияния вредных факторов воздействующих на здоровье человека [2], можно считать, что названная отрасль знаний является частью интегрированной фундаментальной науки — экологии.

Приведенные определения позволяют принять экологический Закон внутреннего динамического равновесия фундаментальным методологическим обоснованием научного направления отрасли медицины — гигиены, и в связи с этим изучение экологических факторов, воздействующих на человека и биоту, приобретает важное значение.

Все экологические факторы окружающей среды, действующие на организмы в экосистемах, делятся на биотические, абиотические, антропогенные или антропоические [3]. Наибольшее отрицательное действие на живые организмы оказывает антропоический фактор. В результате многообразных видов деятельности человека происходит загрязнение биосферы и поступление в трофические цепи токсичных химических веществ загрязнителей (поллютантов) в количествах, выходящих за рамки обычного содержания естественных предельных колебаний или среднего природного фона в рассматриваемое время. При этом следует отметить, что чужеродные для живого организма или их сообщества вещества — ксенобиотики составляют отдельную группу веществ, которые могут быть причислены к поллютантам [4].

Реальные биогеоценозы, находящиеся в состоянии длительного динамического равновесия согласно ЗВДР, представляют собой сложные саморегулирующиеся системы. При этом области биологической устойчивости для экологических систем в целом и отдельных организмов под влиянием антропоического фактора характеризуются довольно узкими пределами изменений. Химические компоненты через атмосферу, почву или воду попадают в трофические цепи, что приводит к существенным изменениям условий существования и функционирования биогеоценозов и, в конечном счете, отрицательно сказывается на жизнедеятельности самого человека (рис. 2). Превышение порогов надежности экологических систем под действием экстремальных факторов антропоического происхождения может быть причиной экологических катастроф.

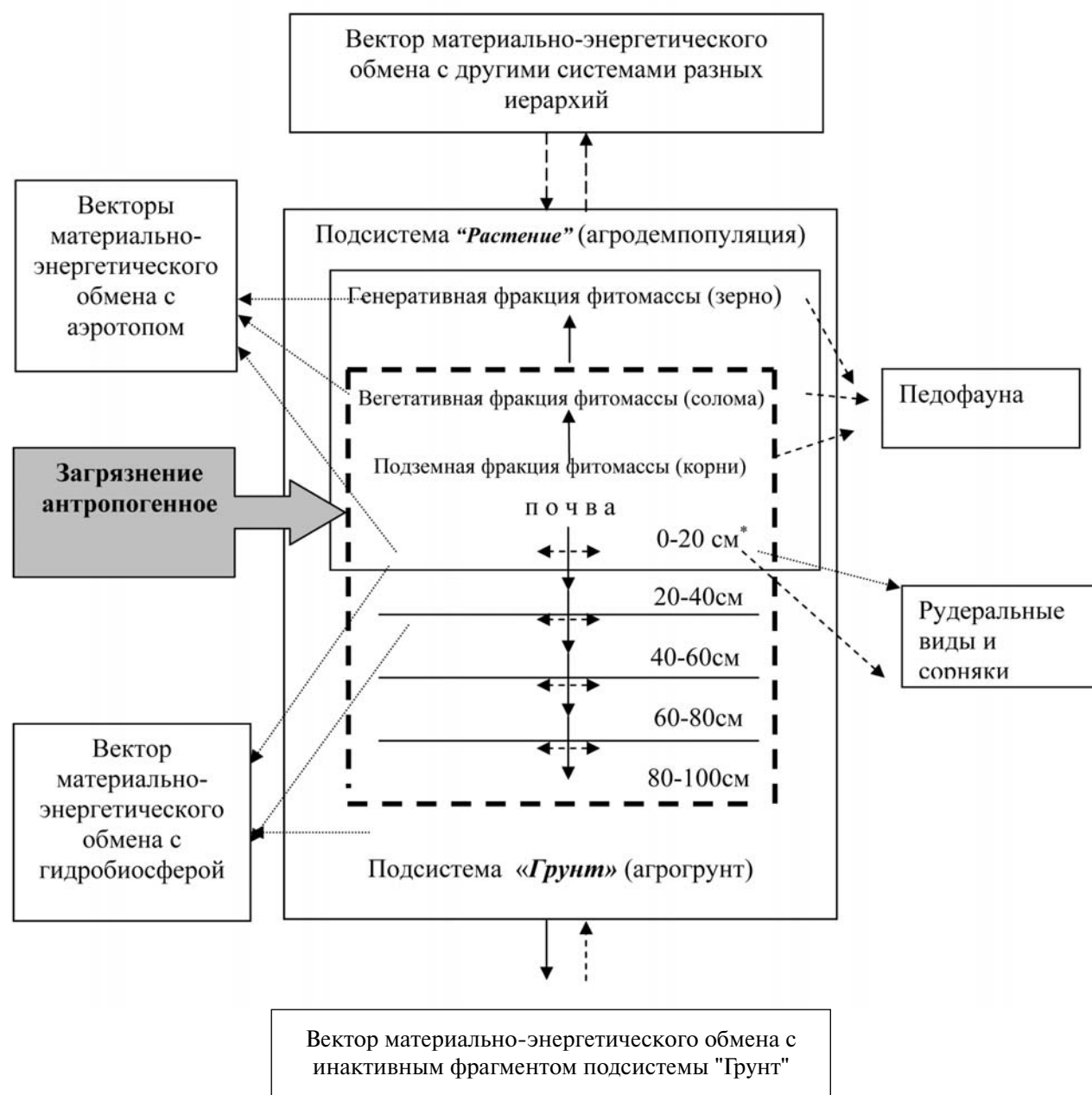
В известной модели по окружающей среде, обосновывающей развитие цивилизации и опубликованной в 1987 г. в докладе "Наше общее будущее" Всемирной комиссии ООН по окружающей среде и развитию, появился термин "устойчивое развитие", под которым понимают такую модель движения вперед, когда достигается удовлетворение жизненных потребностей нынешнего поколения людей без лишения такой возможности будущих поколений [5]. Подобная модель не имеет научного обоснования, так как не согласуется с такими законами экологии, как Закон ограниченности ресурсов, Закон убывающей отдачи, Принцип Ле Шателье — Брауна, Закон внутреннего динамического равновесия, перекликающегося с четвертым Законом Б. Коммонера и др. Человечество, как подсистема в системе биосферы, может развиваться только за счет использования ресурсов биосферы, что и приводит к деградации надсистемы. Этот процесс может идти быстро при нерациональном развитии и замедленно-рациональном. Задача человечества заключается в том, чтобы замедлить процесс антропогенной деградации биосферы [2, 6].

Будущность человечества определяется многими обстоятельствами. Но среди них определяющими является два. Первое: люди должны знать законы развития биосферы,

возможные причины ее деградации, знать то, что людям дозволено и где та роковая черта, которую человек не должен переступать ни при каких обстоятельствах. Другими словами, наука, точнее, та совокупность наук, которая называется экологией, должна быть способна сформировать Стратегию во взаимоотношении Природы и человека. Второе, не менее важное обстоятельство, без которого говорить о будущем человечества бессмысленно, состоит в необходимости утверждения такого общественного порядка, который был бы способен реализовать эту систему ограничений, это второе условие относится к гуманитарной сфере. Тогда состояние биосферы, называемое Вернадским ноосферой, может быть определено как состояние биосферы, в которой человек принимает на себя ответственность не только за дальнейшее развитие общества, но и биосферы. По Н.Н. Моисееву, ноосфера — это некоторое вполне определенное состояние биосферы, в которой человечество играет роль управляющей подсистемы, реализующей программу (стратегию) обеспечения дальнейшего развития общества в условиях дальнейшего развития биосферы [7].

Устойчивость экологических систем к экстремальным воздействиям поллютантов определяется не только интенсивностью влияния химического фактора (доза, длительность воздействия), а также способностью токсикантов к транслокации и трансформации в окружающей среде и живых организмах. Исследованием этих процессов занимается экотоксикология — наука, отпочковавшаяся от экологии и получившая широкое развитие в последнее десятилетие. В 1978 г. на конференции Комитета по проблемам окружающей среды (СКОПЕ) было принято уточненное определение экотоксикологии.

"Экотоксикология — междисциплинарное научное направление, связанное с токсическими эффектами химических веществ на живые организмы, преимущественно на популяции организмов и биоценозы, входящие в состав экосистем. Она изучает источники поступления вредных веществ в окружающую среду, их распространения и превращения в окружающей среде,



* Обозначение глубины горизонтов почвенного профиля

— Главные пути миграции

----- Второстепенные пути миграции (вынос < 0,01 % от количества, которое поступило в результате загрязнения)

..... Несущественные пути миграции (вынос < 0,001 % от количества, которое поступило в результате загрязнения)

Рисунок 2. Блок-схема путей миграции загрязнителей в биосфере при различных типах загрязнения.

действие на живые организмы. Человек, несомненно, является наивысшей ступенью в ряду биологических мишеней" [8].

Характерной особенностью экотоксикологии, вытекающего из вышеприведенного определения, является то, что, в отличие от традиционной медицинской токсиколо-

гии, она изучает токсические эффекты как на индивидуальные организмы, так и на популяции организмов. Вторая группа особенностей экотоксикологии связана с тем, что при изучении токсических эффектов на популяционном уровне возрастает значение окружающей среды как активного фактора, влияю-

щего на поведение экотоксиканта и проявления им токсических и других свойств. Применение системного подхода является важным условием эффективного решения сложных многоступенчатых задач экотоксикологии. Согласно следствия, вытекающего из Закона физико-химического единства живого вещества

(В.И. Вернадский), вредное для одной части живого вещества не может быть безразлично для другой его части или: вредное для одних видов существ, вредно и для других. Отсюда любые физико-химические агенты, смертельные для одних организмов, не могут не оказывать вредное влияние на другие организмы [2].

Основные проблемы экотоксикологии в прошлом находили свое отражение в программах работ по экологическим и гигиеническим аспектам охраны окружающей среды. В настоящее время основными научными направлениями экотоксикологии, принятыми в мировом научном сообществе, считаются:

- исследование распространения и превращения поллютантов в почве, воде, атмосфере, растениях, животных и по трофическим цепям в целом, оканчивающиеся человеком;
- прогнозирование опасности загрязнения окружающей среды для людей, животных, растений и экосистем в целом;
- исследование механизма токсичности и разработка критериев оценки вредности действия экотоксикантов;
- разработка гигиенических основ регламентации поступления экотоксикантов в окружающую среду;
- разработка методов анализа экотоксикантов в объектах окружающей среды, методов диагностики, лечения и профилактики поражений.

Практическими результатами исследований по указанным направлениям является разработка рекомендаций и проведение комплекса правовых, технологических, медицинских и санитарно-гигиенических мероприятий по контролю и снижению уровня загрязнения.

Не смотря на достаточную конкретность представленных направлений исследований в экотоксикологии, проблема экотоксикологического мониторинга разработана недостаточно и необходимость ее совершенствования на системном уровне очевидна. Значение разработки системы экологического мониторинга трудно переоценить для оценки качества условий существования человека.

В соответствии с существующей градацией экологических обобщений аксиомного уровня, экотокси-

кологический мониторинг по теоретической зрелости и соответствию критериям законов экологии мы относим к конструктивистским обобщениям. Экотоксикологический мониторинг объединяет теоретические выводы с практическими рекомендациями и имеет целью обоснование применения средств химизации, работы промышленных объектов и т.д. на основе экологических взаимоотношений. Он должен стать частью системы мероприятий, обеспечивающих внутреннее динамическое равновесие экосистем. Идея внедрения экологических принципов развития народного хозяйства на современном этапе существования человечества должна стать доминирующей и безальтернативной [9-11].

В связи с необходимостью проведения оценки качества экосистем в целом и агроценозов, которые занимают большую территорию в Украине в частности, ныне на повестку дня выдвигается проблема экотоксикологических исследований, которая содержит, прежде всего, обоснованную систему интегрально-индикационных показателей [12].

Для определения и прогнозирования опасности химического загрязнения окружающей среды используется общий методологический подход — постоянное наблюдение за состоянием загрязнения окружающей среды химическими веществами и влиянием их на здоровье населения, флору и фауну, прогнозирование этого влияния в будущем, которые можно определить как экотоксикологический мониторинг (ЭТМ).

Одним из направлений последнего есть разработка мероприятий по профилактике острых и хронических отравлений химическими веществами и установление их реальной и потенциальной опасности, что является основным заданием экотоксикологии. Оценка уровня опасности веществ дает возможность прогнозирования состояния экосистем. Под опасностью химических веществ понимают вероятность возникновения в человеке, который находится в контакте с ними, не только острых и хронических отравлений, но и другой патологии, которая возникает в результате общего и избирательного действия химических веществ, в том числе вероятного возникновения специфичес-

ких отдаленных последствий. Это относится не только к организму человека, но и отрицательному действию химических веществ на биоценозы, поскольку интоксикация биокосного объекта прямо или косвенно способствует возникновению патологии у человека. Кроме того, поступление токсикантов в биохимический цикл приводит к смещению энергетического баланса биоценоза и качественным изменениям в его структуре. Нормальное функционирование геохимического цикла есть залог обеспечения внутреннего динамического равновесия экосистем, как главного условия существования биосферы [13].

Системы ЭТМ могут быть двух основных типов: постоянно действующие и периодически действующие. Последняя система используется для решения конкретных задач при проведении научных исследований или как дополнение к постоянно действующим системам при возникновении чрезвычайных ситуаций. Постоянно действующие системы создаются в случае решения долговременных задач по наблюдению за вредными химическими загрязнителями окружающей среды и действием их на организм человека, животного, растений, на биоценозы, для прогнозирования этого действия, разработки мероприятий по устранению отрицательного их действия и т. д.

Построение систем ЭТМ базируется на двух основных принципах: унификации и системности. Первый из них отображает в основном функциональную сторону работы конкретной системы, второй — структурную. Принцип унификации систем реализуется путем использования единых правил отбора образцов для исследований, одинаковых методов определения вредных химических веществ в объектах окружающей среды и биосферах, единых критериев получаемых результатов, обобщенного программно-информационного обеспечения и форм документации. Принцип системности реализуется путем объединения в систему ее основных звеньев различного уровня: районного, городского (если речь идет о региональном и более высоком уровне мониторинга) [14, 15].

Разработка и формирование систем ЭТМ включает их химико-ана-

литическое, экотоксикологическое, информационно-программное и организационное обеспечение, то есть четыре основных функциональных блока (рис. 3) [16].

Аналитическое обеспечение системы ЭТМ есть одно из определяющих элементов при его создании, предусматривающее производительность и качество его проведения. Объективность аналитической информации относительно содержания токсических веществ в объектах окружающей среды обеспечивается прежде всего наличием квалифицированных специалистов, качественным отбором проб и адекватной пробоподготовкой матери-

ла. Гарантировать достаточную точность определения поллютантов в окружающей среде можно лишь при условии оптимального (соответственно заданию мониторинга) выбора методик, их унификации (которую рассматривают как оценку и сопоставление имеющихся методов определения того или другого инградиента с аналитическим заданием) и аттестации, которая включает как наличие метрологических характеристик методов в одной лаборатории, так и комплексную оценку ее путем межлабораторной апробации при участии наиболее компетентных лабораторий с централизованной обработкой данных по спе-

циально разработанным программам. Методы лабораторного анализа должны быть быстрыми (именно от них зависит пропускная способность работы системы мониторинга) и, по возможности, простыми, однако при этом давать объективную информацию о содержании тех или иных токсичных веществ в объектах окружающей среды, то есть быть точными [17,18].

Такой способ оценки состояния окружающей среды, в сущности, является косвенным в том смысле, что между природой и человеческой деятельностью мы выделяем некую "химическую среду" как промежуточный агент или специфический проводник, обуславливающий передачу антропогенного воздействия на живой организм. Иначе говоря, вместо того, чтобы дать непосредственную оценку состоянию экосистемы, мы даем вначале оценку соответствующей "химической среде".

Эффективен прямой путь, когда мы судим о состоянии окружающей среды непосредственно по признакам состояния самих живых организмов и их сообществ. Очевидно, что изменения, происходящие в биогеоценозах, не менее красноречиво говорят о состоянии природной среды, чем изменения ее химического состава. "Живые приборы" в этом смысле ничем не хуже физических, и анализ их "показаний" не менее важен, чем химический анализ проб почвы, воды или воздуха. В некоторых случаях прямой путь даже предпочтительнее. Если бы не одно важное достоинство физических приборов — быстрота реакции на появившееся в среде загрязнение, то, возможно, сфера их применения была бы значительно уже, чем это фактически имеет место. Оценка качества окружающей среды по состоянию самих экосистем как специфических "живых приборов" важна еще и потому, что совокупность этих экосистем, в сущности, и определяет наше природное окружение. И еще, для оценки качества окружающей среды важно иметь систему эталонов, с которыми мы могли бы связывать наше представление об идеальной окружающей среде. Такие образцы нужны для каждой природно-климатической зоны. Роль таких эталонных объектов должны выполнять как биосферные заповедники, так и опытные станции, имеющие

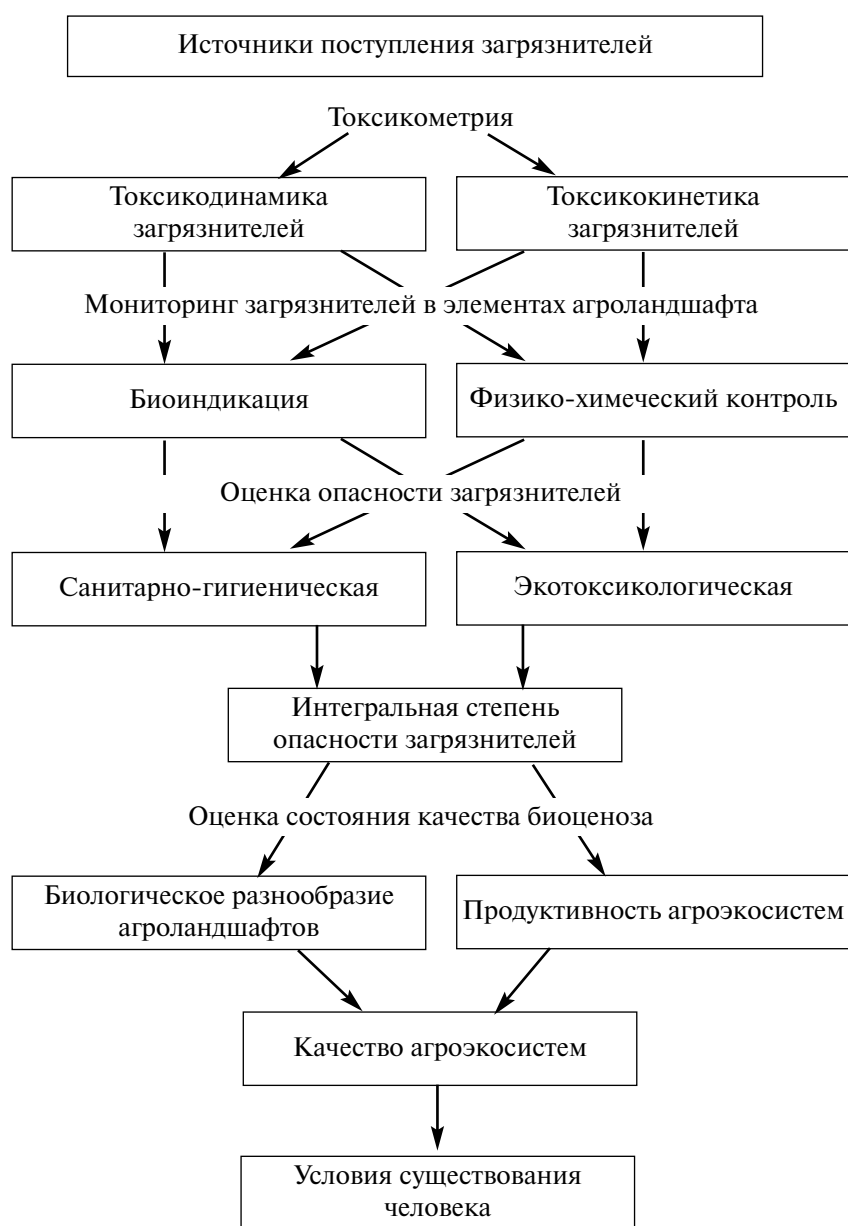


Рисунок 3. Система экотоксикологического мониторинга загрязнителей в биоценозах.

образцовые стационары севооборотов культурных растений. [15].

Экотоксикологическое обеспечение сориентировано, прежде всего, на оценку нагрузки и влияния токсических веществ на организм человека, животных растений и состояния биоценоза. Поскольку главным условием существования биоценоза есть нормальное функционирование биопродукционного процесса, степень токсичности поллютанта целесообразно определять на различных трофических уровнях, что, в свою очередь, дает возможность оценить качество существования человека. Для всесторонней оценки токсичности поллютанта в биоценозе целесообразно использовать как санитарно-гигиенические, так и экотоксикологические критерии: стойкость поллютанта в почве, воде, биологических объектах, действие на почвенный биоценоз, фитотоксичность, токсичность для энтомофагов, рыб, скорость миграции по почвенному профилю, интенсивность биоккумуляции, образование стойких продуктов трансформации и др., которые и определяют показатели токсикодинамики и токсикокинетики токсикантов в биоценозе на системном уровне.

Интеграция санитарно-гигиенических и экотоксикологических критериев оценки опасности токсикантов позволяет создать информационно-программное обеспечение, где накопление и обработка информации позволяет принимать решения. Организационное обеспечение работы системы ЭТМ определяет общие принципы их работы, структуру, список документации, которая используется в работе системы, порядок и периодичность контрольных или других объектов окружающей среды на содержание токсических веществ [20].

Особенно актуальной есть проблема ЭТМ агроценозов при современных условиях обоснования широкомасштабного применения средств химизации и использовании их новых видов. В связи с тем, что продукция агроценозов непосредственно используется человеком, при проведении ЭТМ оценка средств химизации есть первоочередным заданием, и в этом случае недостаточно определение качественных показателей сельскохозяйственной продукции; только всесто-

ронная оценка агроценоза дает полное представление о его состоянии.

Одними из основных загрязнителей агроценозов являются пестициды и продукты их метаболизма. Объемы применения химических средств защиты растений постоянно растут. Алгоритм оценки опасности применения пестицидов в технологиях возделывания сельскохозяйственных культур разработан и основывается на интегральных показателях с использованием санитарно-гигиенических и экотоксикологических критериев [20, 21].

Основным санитарно-гигиеническим критерием опасности препарата есть доза ЛД₅₀ (количество вещества, поступающего в организм), которая вызывает гибель 50 % подопытных животных и измеряется в мг/кг массы тела. Потенциальная опасность загрязнения окружающей среды и продуктов питания, за экотоксикологическими критериями, зависит от стойкости (персистентности) пестицида, которая характеризуется периодом его полураспада T₅₀ — время, за которое количество токсичного вещества в исследуемом объекте снизится на 50%. Время T₅₀ постоянно для любой конкретной реакции первого порядка и не зависит от начальной концентрации, но зависит от условий протекания реакции. Пестициды считаются практически безопасными, если их доза ЛД₅₀ превышает 1000 мг/кг, а T₅₀ — меньше 3 суток [22–24].

Интегральная степень опасности (C_{с.о.}) каждого препарата оценивается согласно уравнения: $C_{с.о.} = (K_a + K_b) - 1$, учитывающего токсиколого-гигиенические (K_a) и экотоксикологические (K_b) 4 класса опасности и которая имеет 7 степеней опасности. Пестициды 1 и 2 степени характеризуются как очень опасные, 3 — опасные, 4 и 5 — умеренно опасные, 6 и 7 — малоопасные [14–16, 21, 26].

Вопрос о безопасности мероприятий по защите растений определяется нормированием предельно допустимых концентраций остатков пестицидов (ПДК) в почве (мг/кг), воде (мг/л), воздухе рабочей зоны (мг/м³) и их максимально допустимого уровня (МДУ) в продуктах урожая (мг/кг) [14, 26].

Следует отметить, что история взаимоотношений общества и природы вряд ли может быть понята без

анализа того, каким образом в географической оболочке Земли происходил, усложняясь и видоизменяясь, круговорот веществ и энергии. Циклический характер протекающих процессов можно объяснить, с одной стороны, постоянным действием внешних, космических (абиотических) факторов, а с другой, — подвижностью элементов перемещаемых масс вещества в условиях относительно замкнутого пространства Земли (рис 1). Сопоставления этих двух моментов дает ключ к пониманию того, как достигается единство покоя и движения.

Известный ученый В.Р. Вильямс по этому поводу писал, что единственный способ придать элементу, конечному, количественно ограниченному, свойство бесконечного — это придать ему циклическое движение, заставить его вращаться в круговороте. Поскольку люди, применяя пестициды и другие агрохимикаты, воздействуют, прежде всего, на биосферу и ее живое население, они, согласно закону В.И. Вернадского, тем самым изменяют условия биогенной миграции атомов, создавая предпосылки для более глубоких химических перемен в исторической перспективе.

Таким образом, процесс может стать саморазвивающимся, не зависящим от желания человека и практически, при глобальном размахе, неуправляемым. Закон биогенной миграции атомов определяет необходимость учета, прежде всего влияние на биоту и человека, локальных и региональных изменений отрицательного химического воздействия. Дает ключи для сознательного и активного предотвращения нежелательных биохимических процессов и управления ими, используя такой гигиенический критерий, как допустимая суточная доза (ДСД), широко применяемый в мировой практике и развитый отечественными учеными [14, 21], и по отношению к окружающей среде агроэкологический индекс (АЭТИ). ДСД — максимальная доза вещества, ежесуточное поступление которой в организм человека на протяжении всей жизни не может вызвать заболеваний или отклонений в состоянии здоровья, или отрицательно влиять на последующие поколения. Модель определения АЭТИ в различных почвенно-климатических

зонах учитывает свойства пестицидов по санитарно-гигиеническим и экотоксикологическим критериям, нагрузку по суммарной норме расхода, способность территории к самоочищению и оценку экотоксикологической опасности применения пестицидов в агроландшафте за числовыми значениями [14-16, 20, 25-27].

Таким образом, оценка качества окружающей среды предполагает не менее трех уровней характеристики состояния среды:

- проведение оценки компонентов окружающей среды (почва, растение, вода, атмосферный воздух и т.д.), используя при этом методы физико-химического мониторинга;
- получение комплексной оценки качества компонентов экосистемы при помощи математического моделирования механизмов, закономерностей интоксикации биологического объекта с целью прогнозирования ее последствий,

базирующихся на законах токсикодинамики, токсикокинетики и математической статистики;

- поиск интегрированных методов оценки качества экосистем в целом за признаками состояния самих живых организмов и их сообществ.

Все три этапа ЭТМ есть обоснованием алгоритма решения вопроса устранения или предупреждения отрицательных последствий загрязнения экосистем загрязнителями.

ЛИТЕРАТУРА

1. Тейярд де Шарден П. Феномен человека. — М.: Наука, 1987. — 240 с.
2. Реймерс Н.Ф. Природопользование: Словарь-справочник — М.: Мысль, 1990. — 637с.
3. Губский Ю.И., Долго-Сабуров В. Б., Храпак В.В. Химические катастрофы и экология — К.: Здоров'я, 1993. — 224с.
4. Общая токсикология /Под ред. Б.А. Курляндского, В.А. Филова. — М.: Медицина, 2002. — 608с.
5. Коптюг В.А. Конференция ООН по окружающей среде и развитию — подготовительный процесс и итоги. //Российский химический журнал. — 1993. — Т. XXXVII, № 4. — С. 3-11.
6. Кавецкий В.М., Козьякова Н.О., Бездрабко О.М. Стратегия стійкого розвитку чи концепція внутрішньої динамічної рівноваги. //Современные проблемы токсикологии. — 2004, № 4. — С. 24-28.
7. Моисеев Н.Н. Собрание сочинений в трех томах. /Под ред. В.И. Данилова-Данильяна. — М.: изд. МНЭПУ, 1997.
8. Криволицкий Д. А., Бочаров В. Ф. Эко-токсикология и охрана природы. Сб. науч. трудов АН СССР. — М.: Наука, 1988. — С.4-18.
9. Цищенко О.І., Матасар І.Т., Торбін В.Ф. — Основы загальної, екологічної та харчової токсикології. Посібник. — Київ.: Чорнобильінтерформ, 1998. — 173 с.
10. Рихтер А.А. Введение в экологическую токсикологию: Учебное пособие. — Ялта: ЯИМ, 2001. — 250с.
11. Тимченко О.І., Сердюк А.М., Турус О.І. Гігієна довкілля: політика, практика, перспективи. — Київ, 2000. — 126 с.
12. Кавецкий В.М., Макаренко Н.А. Эко-токсикологія та критерії якості навколишнього середовища. /Агро-екологія і біотехнологія. Зб. наук. праць. ІАБ УААН. — Київ, 1998. — Вип.2. — С. 65-74.
13. Кавецкий В.М., Козьякова Н.О. Эко-токсикологічний моніторинг агро-ценотичного покриву (концепція та критерії оцінки стану агроценозів) //Науковий вісник НАУ. — 2002.- Вип. 50. — С. 290-295.
14. Справочник по контролю за применением средств химизации в сельском хозяйстве / Васильев В.П. и соавт. — К.: Урожай, 1989.- 160с.
15. Кавецкий В.М. Еко-токсикологічне обґрунтування застосування засобів хімізації //Агро-екологічний журнал. — 2002. — №2. — С. 24-30.
16. Васильев В.П., Кавецкий В.М., Бублик Л.І. Принципи оптимізації захисту рослин. //Вісник академії наук Української РСР. — 1989. — №12. — С. 67-73.
17. Кавецкий В.Н., Бублик Л.І., Фузик Г.В. Хроматографічний аналіз суми пестицидів в об'єктах навколишнього середовища. //Журнал аналітичної хімії. — 1987. — Т. XLII, № 7. — С. 1302-1304.
18. Чміль В.Д., Голохова Е. В. Контроль якості в аналізі харчових продуктів. //Проблеми харчування. — 2004. — № 1 (2). — С.11-15.
19. Марков Ю.А. Соціальна екологія. — Новосибирск: Наука, 1986. — 174с.
20. Васильев В.П., Бублик Л.І., Кавецкий В.Н. Основы подбора и применения химических средств для борьбы с вредителями. / Вредители сельскохозяйственных культур и лесных насаждений. — К.: Урожай, 1989. — Т. 3. — С. 83-88.
21. Спыну Е.І. Поведення пестицидів у зовнішньому середовищі та продуктах уро- жая.- Там же. — С. 111-113.
22. Эвери Г. Основы кинетики и механизмы химических реакций. — Москва: Мир, 1978. — 214с.
23. Михайличенко Н.І. Общетеоретические основы химии. — Киев.: Ви-ща школа, 1979. — 223 с.
24. Пиотровский Е. Использование кинетики метаболизма и выведения токсических веществ в решении проблем промышленной токсикологии. — Москва: Медицина, 1976. — С. 195.
25. Кавецкий В.М., Бублик Л.І. Еко-токсикологічний моніторинг пестицидів. /Агро-екологічний моніторинг та паспортизація сільськогосподарських земель (за ред. Патики В.П., Тараріко О.Г.). — К.: Фіто-соціоцентр, 2002.- С. 37-59.
26. Бублик Л.І., Кавецкий В.М. Моніторинг та еко-токсикологічне обґрунтування застосування хімічних засобів захисту рослин //Захист і карантин рослин. — 1996. — Вип.44. — С. 57-72.
27. Кавецкий В.М. Еко-токсикологія та критерії якості навколишнього середовища при застосуванні пестицидів //Натураліс. — 1998. — №2. — С. 10-12.

В.М. Кавецкий, О.М. Багацька, Н.О. Риженко

СИСТЕМА ЕКОТОКСИКОЛОГІЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА — ОСНОВА ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ВНУТРІШНЬОЇ ДИНАМІЧНОЇ РІВНОВАГИ ЕКОСИСТЕМ

На основі літературних даних та результатів власних досліджень методологічно обґрунтована система еко-токсикологічного моніторингу політвантів в різних біоценозах. Показана можливість управління якістю навколишнього середовища за еко-токсикологічними критеріями. Представлені принципи моделювання поведінки політвантів в системі "грунт-рослина" і оцінки якості довкілля за санітарно-гігієнічними показниками.

V.M. Kavetsky, O.M. Baghatska, N.A. Rizhenko

THE ECOTOXICOLOGICAL INVESTIGATION SYSTEM OF ENVIRONMENT IS THE BASIS OF PROVISION OF THE INTERNAL DYNAMIC BALANCE OF ECOSYSTEMS

Results of the scientific literature and own investigations have been used for methodological validation of the ecotoxicological monitoring system of pollutants in different biogeocenosis. Possibility of environmental quality management on the ground of ecotoxicological criteria was shown. Principles of pollutants behavior in the "soil-plant" system simulation and environment quality evaluation by using sanitary-hygiene indices were presented.