

УДК 630*377

К ВОПРОСУ ОЦЕНКИ ТЕХНОГЕННОГО ВЛИЯНИЯ ЛЕСОВОЗНОГО ТРАНСПОРТА НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

О. С. Сушков

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный
лесотехнический университет им. Г.Ф. Морозова»

Оценка экологической обстановки на региональном уровне и выбор вариантов дальнейшего развития экономической и хозяйственной деятельности человека без разрушения стабильности природной среды (устойчивое развитие) в настоящее время является актуальной задачей.

Система, предназначенная для поддержки аналитической деятельности лесопромышленных предприятий состоит из следующих основных ступеней функционального анализа данных:

1) склеивание данных (hearing) с использованием средств, которые обеспечивают хранение разнородной информации, ведение идентификационных справочников;

2) складирование данных (data warehousing, DWH) и их маркирование, удобное для описания и извлечения различных семантических группировок; результат DWH представляется в виде многомерного куба, каждая точка внутри которого соответствует набору семантически однородных элементарных объектов;

3) совмещение, комбинирование данных (combining) – создание многомерного пространства, где каждая координата соответствует элементу набора или точке куба DWH, отображенной на линейно–упорядоченные градуированные оси (только в этом пространстве могут быть установлены отношения взаимосвязи и проведен анализ на основе метрической близости);

4) компьютерная томография или многомерный анализ – позволяет конструировать образы сложных взаимосвязей между рядам данных, наблюдать динамику образования и развитие аномалий;

5) разведывательный анализ данных (data mining) – "просеивание" информации с целью нахождения в ней особенностей и аномалий, заданных описанием шаблонов или пороговых значений;

б) восстановление зависимостей (forecasting) по эмпирическим выборкам

– математическая обработка многомерных наблюдений (статистический и прецедентный анализ, оценка тренда временных рядов и проч.);

7) принятие решений, планирование и управление (deciding – computer aided engineering) – отображается специальной сетью “ресурсы – потоки – события”.

В настоящее время формирование информации для поддержки принятия решений в подавляющем большинстве составляют многоуровневую систему. При этом можно выделить три уровня (рис.2), отличающихся по методам работы с экологической информацией. Верхний уровень составляют программные модули для поддержки принятия решений, средний - программное обеспечение, позволяющее провести системный анализ информации о состоянии окружающей среды, а нижний – модули обработки первичной экологической информации (рис. 1).



Рисунок 1 – Формирование информации для поддержки принятия решений о состоянии окружающей среды

На нижнем уровне данной системы для хранения данных о состоянии окружающей среды используются различные системы управления базами данных (СУБД) обеспечивающей хранение и оперативную выборку необходимой информации (этапы "склеивания, складирования и совмещения данных"). Для обработки результатов наблюдений, используются очень различные программные продукты – электронные таблицы, пакеты прикладных программ типа "Statistica", "Statgraphics", "SPSS", "SAS", "Minitab", "Systat", "Stadia", "САНИ", "Мезозавр" и многие другие. Такое разнообразие программного обеспечения обусловлено громадным числом разноплановых задач обработки результатов

наблюдений за состоянием окружающей среды, полученных с помощью локальных и дистанционных методов экологического мониторинга. Неоднократно отмечалось, что формальное применение статистических методов без скрупулезного анализа их пригодности для обработки конкретного типа данных приводит к совершенно невероятным результатам [1]. Это обусловлено необычайной сложностью задач обработки данных при исследовании природной среды. Одним из решений вопроса является применение экспертных систем, в которых, после анализа свойств введенных данных, автоматически выбирается наиболее эффективный алгоритм их обработки.

На среднем уровне экологической информационной системы для анализа информации о состоянии окружающей среды используются географические информационные системы (ГИС – ArcInfo, MapInfo, Ингео, Manifold System, ObjectLand, GeoGraph, Карта-2000 и т. д.). Подобные системы, обеспечивая ввод, хранение, обновление, обработку, анализ и визуализацию всех видов географически привязанной информации, позволяют систематизировать выдачу такой информации для снижения воздействия на окружающую среду, реализуя опыт, накопленный специалистами в этой области.

В работах В. Ф. Крапивина, И. И. Потапова, С. Л. Белякова, А. М. Шутко, В. В. Климова, И. А. Данилина, К. Я. Кондратьева, С. В. Косякова, П. Х. Селлерса, С. О. Лоса, Л. С. Паркинсона, Х. Х. Крамера основной акцент при разработке мероприятий по снижению и мониторингу воздействий на окружающую среду сделан на основе процессов сбора и хранения данных геоэкологического мониторинга. То есть в данных системах осуществлен нижний уровень работы экоинформационной системы, а обработка полученной информации и последующее принятие решения всецело возложено на эксперта [2].

Важно отметить, что на сегодняшний день действующие многофункциональные системы мониторинга в области экологической безопасности в полной мере не отвечают требованиям обеспечения процедур принятия решений в области охраны и экологически безопасного использования ресурсов.

Тем не менее, быстро развиваются информационные технологии, ориентированные на формирование знаний о состоянии окружающей среды. Поэтому необходимо подробно рассмотреть возможности экспертных систем и ГИС, как одних из наиболее развивающихся и распространенных глобальных информационных систем в обеспечении экологической безопасности лесотранспортных процессов.

Обоснование выбора мультиагентной технологии для построения системы обеспечения экологической безопасности геобиоценоза в зоне функционирования лесопромышленных предприятий.

Мультиагентная система (МАС) – это сравнительно новая информационная технология, ориентированная на совместное использование научных и технических достижений и преимуществ, которые дают идеи и методы, распределенные базы данных, программные средства поддержки теории распределенности и открытости. МАС иногда определяют как более совершенный класс динамических экспертных систем, которые имеют следующие основные возможности [3]:

- распределенное решение проблем, декомпозируемых на параллельно решаемые подзадачи с самостоятельными источниками знаний;
- применение различных стратегий вывода заключений в зависимости от типа решаемой задачи;
- обработка больших массивов информации из баз данных.

Развитие МАС обусловлено многими факторами. В первую очередь, это сложность современных систем и организаций, которая достигает такого уровня, что централизованное управление в них становится неэффективным из-за наличия огромных потоков информации, когда слишком много времени тратится на ее передачу в центр и принятие им решений. Сами системы также становятся все сложнее и сложнее и включают ряд подсистем различной природы, обладающими различными функциональными характеристиками и взаимодействующими с различными специалистами, удаленными друг от друга. Кроме того, с ростом сложности падает надежность систем, и все труднее сформулировать их адекватную целевую функцию.

Во-вторых, сами решаемые задачи или разрабатываемые системы подчас неоднородны и распределены: а) в пространстве; б) в функциональном плане, поскольку ни один человек не может создать современную сложную систему в одиночку.

В-третьих, МАС относится к открытым системам. То есть у нее имеются развитые возможности и средства адаптации к изменениям окружающей среды, в том числе путем модификации своей структуры и параметров. Таким образом, МАС помогут осуществить распределенную обработку большого массива данных и знаний, обеспечить существенное повышение уровня информационной и интеллектуальной поддержки, организацию обработки знаний о предметной

области в целях повышения эффективности процесса принятия решений на различных уровнях иерархии.

Актуальность рассмотрения именно такого класса систем обусловлена их способностью решения слабоструктурированных задач, к которым и относятся задачи по снижению экологической безопасности, характеризующихся отсутствием или сложностью формальных алгоритмов решения путем воспроизведения отдельных функций деятельности человека (накопление и обобщение знаний, выработка гипотез и прогноз, принятие решений, их объяснение и т. д.), динамичностью и распределенностью, многозвенностью структурного состава и многосвязностью составляющих структурных единиц экосистемы:

1 Основная сложность решения связана с использованием слабо-формализованных знаний специалистов-практиков.

2 Входные данные (информация о количестве выбросов в окружающей среде, об условиях миграции загрязняющих веществ и т. д.) и знания о предметной области (нормы выбросов, модели геоэкосистем и т. д.) объемны и разрознены.

3 Сложность геоэкосистемы на "структурном уровне", которая определяется числом элементов системы и связей между ними.

4 Не существует однозначного алгоритмического решения задачи.

5 Большая трудоемкость решения задач экологической безопасности требует полного анализа набора условий и фактов.

Возможности МАС в решении выше перечисленных проблем обусловлены принципом автономности отдельных частей программы (агентов), совместно функционирующих в распределенной системе, где одновременно протекает множество взаимосвязанных процессов.

Фактически, используя понятие «агент», каждый коллектив разработчиков определяют своего агента с конкретным набором свойств в зависимости от целей разработки, решаемых задач, техники реализации, критериев. Как следствие, в рамках данного направления появилось множество типов агентов, например: простые агенты-механизмы, задача которых – собирать и передавать информацию; агенты-координаторы, которые обеспечивают взаимодействие с другими агентами; агенты поиска, которые перебирают пакеты информации и возвращают какие-то избранные частицы; обучающие агенты, которые на основе полученной информации формируют обобщающие концепции; агенты, принимающие решения, которые раздают задачи и делают выводы на основе огра-

нической информации.

Целесообразно использовать следующее понятие агента – автономного программного объекта, способного анализировать ситуацию, принимать решения, коммуницировать с другими агентами, вести переговоры друг с другом для разрешения возникающих конфликтов и затем информировать систему и пользователя о результатах своих действий.

При создании МАС предполагается, что отдельный агент может иметь лишь частичное представление о задаче и способен решить лишь некоторую ее подзадачу. Поэтому для решения сколько-нибудь сложной проблемы, как правило, требуется взаимодействие агентов, которое неотделимо от формирования МАС. В МАС задачи распределены между агентами, каждый из которых рассматривается как член группы или организации.

Для успешного решения поставленных перед интеллектуальным агентом (ИА) задач, он должен обладать следующими свойствами:

– автономность – относительная независимость от окружающей среды. Следовательно, у каждого агента есть круг задач, причем он располагает малым знанием (или вовсе им не располагает) о том, что делают другие агенты или как они это делают. Каждый агент выполняет свою независимую часть решения проблемы и либо выдает собственно результат, либо сообщает результат другим агентам;

– реактивность – способность воспринимать состояние окружающей среды и изменений этого состояния, а также к учету этой информации в своей деятельности;

– активность – способность генерировать цели и действовать рациональным образом для их достижения;

– базовые знания – знания агента об окружающей среде, включая других агентов. Уровень интеллектуальности определенного агента можно оценить, как его способность использовать старые знания в новых, может быть, заранее неизвестных ситуациях и проблемных областях, где оцениваемый агент приемлем как активный решатель задач;

– убеждения – переменная часть базовых знаний, которые могут меняться во времени;

– коммуникативность – свойство агентов взаимодействовать между собой. Общий, совместный результат МАС следует рассматривать как нечто большее, чем сумма отдельных вкладов каждого агента. Что в результате дает

не только дифференцированную оценку по отдельным элементам воздействия на окружающую среду качества ВС, но и общую оценку.

Таким образом, применение интеллектуальных агентов для решения задач по снижению влияния лесотранспортных процессов на окружающую среду определяется их возможностями работы в основном на динамические проблемные области:

- имеют цели и планы их достижения. Под целью понимается желаемое состояние среды или отдельных ее компонентов;
- имеют средства для восприятия состояния окружающей среды;
- работают в условиях динамической и открытой среды. В общем случае сложность среды не ограничена. В каждый момент времени среда может менять свое состояние, что может влиять на текущие планы агента;
- корректируют свои планы в соответствии с возможностью их достижения в динамически меняющейся среде. Если в какой-то момент текущий план оказывается недостижимым, то строится новый план;
- стремятся принимать наиболее оптимальные решения, которые возможны в той или иной ситуации;
- прогнозируют будущее состояние окружающей среды для построения работоспособного плана и оценки времени, которое имеется для его достижения.

Интеллектуальные агенты, обладая выше перечисленными свойствами, развитым внутренним представлением внешней среды способны анализировать сложившуюся экологическую ситуацию, делать из этого выводы, оценивать и прогнозировать изменения экологической обстановки на выделенных им объектах (предприятие, населенный пункт, область и регион). При таком подходе каждой структурной единице в эколого-экономической системе (административный орган экологической службы, предприятия, оказывающие воздействия на окружающую среду) будет поставлен в соответствие программный агент, а совокупность взаимодействующих программных агентов обеспечит адекватное описание реального взаимодействия всех участников экологической системы.

Без МАС, способной обеспечивать взаимодействие экологических органов и предприятий, самостоятельно находить варианты и принимать индивидуальные решения, обладающими множеством персональных особенностей, генерируя предложения по индивидуальным схемам управления, внедрение предлагаемой системы управления экологической безопасностью было бы просто невозможным. Применение технологии МАС позволяет решить проблему накоп-

ления и хранения знаний, существенно сократить затраты времени на обработку информации и обеспечить принятие решений на всех иерархических уровнях, что немаловажно при решении задач по снижению влияния лесотранспортных системы на окружающую среду.

Формирование иерархических уровней системы для обеспечения экологической безопасности в лесотранспортных системах.

Каждая система, прежде всего, состоит из двух относительно самостоятельных, но взаимосвязанных систем: управляющей и управляемой. К управляемой системе – объекту управления – относятся все элементы и подсистемы предприятия, объединения, корпорации, обеспечивающие непосредственный процесс материальных благ или оказания услуг. В качестве объекта выступает управление природопользованием. Элементами и подсистемами являются природная среда и животный мир, атмосфера, водные, земельные, лесные и другие ресурсы. К управляющей системе, так называемому субъекту управления, относятся все элементы и подсистемы аппарата управления предприятия, корпорации, государственных и муниципальных органов, обеспечивающие процесс управления. Каждая из этих систем – «объект», «субъект» управления – имеет свои особенности, отличающиеся между собой по системе адаптации к внутренним условиям и по отношению к внешней среде.

Модель организационной системы определяется заданием:

- состава системы (участников, входящих в организационную систему);
- структуры системы (совокупности информационных, управляющих, технологических и других связей между участниками);
- множеств допустимых решений (ограничений и норм деятельности) участников системы, отражающих, в том числе технические технологические и другие ограничения и нормы их совместной деятельности;
- информированности – той информации о существенных параметрах, которой обладают участники на момент принятия решений о выбираемых стратегиях;
- порядка функционирования (последовательности получения информации и выбора стратегий участниками организационной системы).

Формирования системы управления и влияния на окружающую среду региона представляет собой иерархическую структуру объектов и процессов между ними. В эколого-экономической системе можно выделить трех основных участников (рис. 2):

- 1) управляющие органы (органы государственной власти);
- 2) экономические агенты (предприятия региона);
- 3) окружающая среда.

Отношения в такой системе устроены следующим образом: управляющий орган воздействует на экологических агентов и ОС, экологический агент – только на ОС.

Общепризнанным считается постулат: первичным является объект управления, в нашем случае природоохранная деятельность людей, вторичным – субъект управления. В качестве субъекта выступают органы управления (аппараты, отдельные руководители) различного уровня – предприятия, муниципалитета, региона, федерации, осуществляющие управленческие функции различного уровня: планирование и прогнозирование, организацию, контроль, регулирование, учет, стимулирование и т. д.

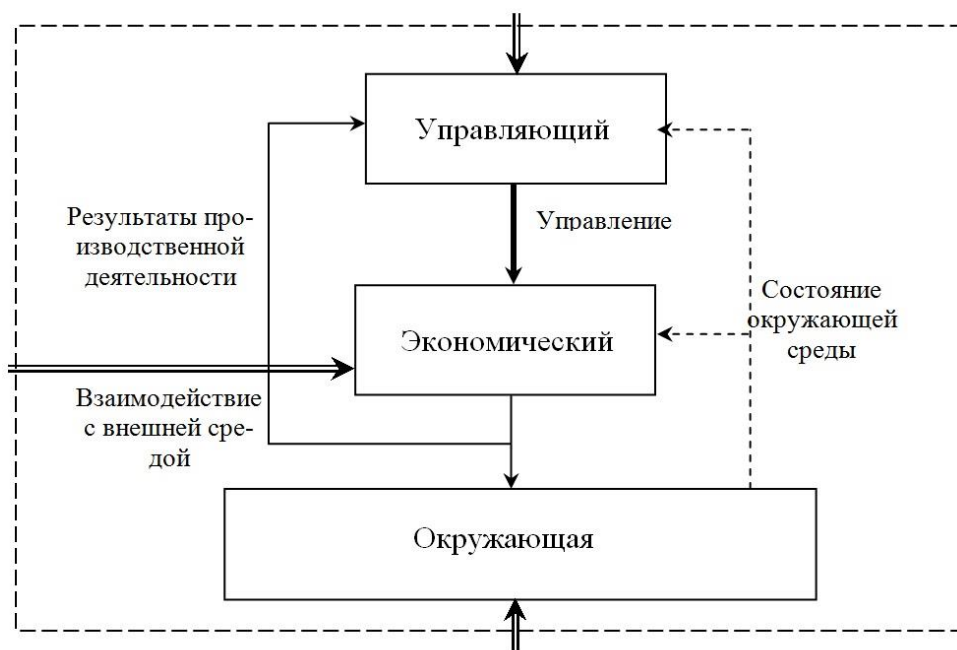


Рисунок 2 – Модель эколого-экономической системы

Связь между управляющей и управляемой системами осуществляется с помощью прямых и обратных потоков информации. Информация о ходе производственного процесса из управляемой системы в управляющую. Эта информация анализируется и служит основой для выработки командных воздействий и решений, которые поступают в управляемую систему для исполнения. Помимо внутрипроизводственных связей между объектом и субъектом управления управляющая система (субъект управления) также широко использует внешние

связи и внешнюю информацию.

Говоря о лесопромышленном предприятии как о системе и совокупности его элементов, как в объекте, так и субъекте дифференцированно рассматриваются подсистемы, решающие свои конкретные специфические задачи: техническую, технологическую и организационную. Все подсистемы представляют единство функционирования лесопромышленного предприятия и тесно взаимосвязаны между собой.

Однако система выступает в качестве задающего блока: определяет стратегию и тактику развития, формулирует принципы, методы организации производства и специфику природоохранной деятельности.

На качественном уровне задача управляющих органов заключается в выборе таких условий деятельности предприятий, которые побуждали бы последних выбирать действия, приводящие к наиболее выгодным последствиям воздействия на окружающую среду.

Специфика экологической системы заключается в следующем:

- результаты деятельности управляемых субъектов многоаспектны и подвержены воздействию множества неконтролируемых, неопределенных и случайных факторов;
- интересы различных управляющих органов могут не только не совпадать с интересами предприятий, но и противоречить друг другу;
- экологическая система не может самостоятельно отстаивать свои интересы, ее реакция носит спонтанный и запаздывающий характер;
- существенным является ограничения (нормативно-правовая база) деятельности лесопромышленных предприятий.

Перечисленные особенности процессов охраны окружающей среды требуют учета при разработке соответствующих механизмов управления.

Для решения вышеперечисленных задач разрабатываемая мультиагентная система для обеспечения экологической безопасности функционирования лесотранспортного процесса региона (МАСЭБ) должна обладать следующими свойствами:

- 1 МАСЭБ должна иметь иерархическую фиксированную структуру.
- 2 Осуществлять постоянный обмен информацией с внешней средой и между блоками системы – коммуникативные способности.
- 3 Способность сотрудничать с людьми или другими компьютерными агентами в интересах решения задачи.

4 Способность к самообучению, то есть умение автоматически извлекать знания из накопленного опыта и применять их для решения задач управления экологической безопасностью окружающей среды.

5 Адаптивность, то есть способность к развитию в соответствии с объективными изменениями области знаний.

6 Активность, т. е. способность инициировать решение задачи и предлагать свои услуги пользователю.

Комплексная оценка экологического состояния воздушной среды в зоне действия лесотранспортного процесса предприятия (региона).

Уровень загрязнения атмосферы обычно описывается набором статистических характеристик для ряда измеряемых вредных веществ. Для оценки степени загрязнения атмосферы средняя (максимальная) концентрация веществ нормируется на величину средней (максимальной) концентрации для большого региона или на санитарно-гигиенический норматив ПДК. Нормирование характеристики загрязнения атмосферы иногда называют индексом загрязнения атмосферы (ИЗА). Различные ИЗА можно разделить на две основные группы:

- 1) единичные индексы загрязнения атмосферы одной примесью;
- 2) комплексные показатели загрязнения атмосферы несколькими веществами.

К единичным индексам относятся следующие:

- 1) коэффициент для выражения концентрации примеси в единицах ПДК (α), т.е. значение максимальной или средней концентрации, приведенной к ПДК:

$$\alpha = \frac{C_i}{\text{ПДК}} \quad (1)$$

Этот ИЗА используется как критерий загрязнения атмосферного воздуха отдельными примесями.

- 2) повторяемость (g) концентраций примеси в воздухе выше заданного уровня по посту либо по K постам замеров за год. Этот процент (%) случаев превышения заданного уровня разовыми значениями концентрации примеси:

$$g = \left(\frac{m}{n} \right) \cdot 100\% \quad (2)$$

где n – число наблюдений за рассматриваемый период, m – число случаев

превышения разовыми концентрациями на посту.

3) ИЗА отдельной примесью – количественная характеристика уровня загрязнения атмосферы отдельной примесью, учитывающая класс опасности вещества через нормирование на опасность SO_2 :

$$I = \left(\frac{g_i}{ПДК_{с.с.}} \right)^{C_i} \quad (3)$$

где i – примесь, C_i – константа для различных классов опасности по приведению к степени вредности диоксида серы; g_i – среднегодовая концентрация примеси.

Данные ИЗА используют для характеристики вклада отдельных примесей в общий уровень загрязнения атмосферы за данный период времени на данной территории для сравнения степени загрязнения атмосферы различными веществами.

К данным индексам относится комплексный индекс загрязнения атмосферы лесовозными автопоездами (КИЗА) – это количественная характеристика уровня загрязнения атмосферы, создаваемого n веществами, присутствующими в атмосфере:

$$I_n = \sum I_i,$$

где I_i – единичный индекс загрязнения атмосферы i -м веществом.

Таким образом, индекс суммарного загрязнения атмосферы позволяет учитывать несколько значений разных концентраций примесей и представить интегральный уровень загрязнения воздуха за год одним числом. Значение ИЗА показывает, какому уровню загрязнения в единицах ПДК диоксида серы соответствуют фактически наблюдаемые уровни, т.е. во сколько раз суммарный уровень загрязнения воздуха превышает ПДК диоксида серы. Вследствие того, что ИЗА рассчитывается по среднегодовым значениям концентраций вредных примесей, он может быть показателем хронического воздействия загрязнения воздуха на окружающую среду.

Вывод: показатель ИЗА используется не только, чтобы суммировать данные различных концентраций вредных выбросов. На основе этих исследований установлены категории низкого, повышенного, высокого и очень высокого загрязнения окружающей среды.

Библиографический список

1 Сушков, А. С. Оптимизация транспортно-технологических связей предприятий лесопромышленного комплекса [Текст] / А. С. Сушков, В. Н. Бухтояров, А. В. Быков // Строительные и дорожные машины. – 2011. – № 12. – С. 20-23.

2 Шадрина, О. А. Модели и алгоритм обработки данных в задачах управления экологической обстановкой среднего города : автореф. дис. канд. техн. наук / О. А. Шадрина, Курск, 2007. – 20 с.

3 Сушков, А. С. Совершенствование методики расчета транспортной составляющей на лесопромышленных предприятиях [Текст] / А. С. Сушков, В. Н. Бухтояров, А. В. Быков. // Строительные и дорожные машины. – 2012. – № 4. – С. 11-15.