

# Экспертные системы

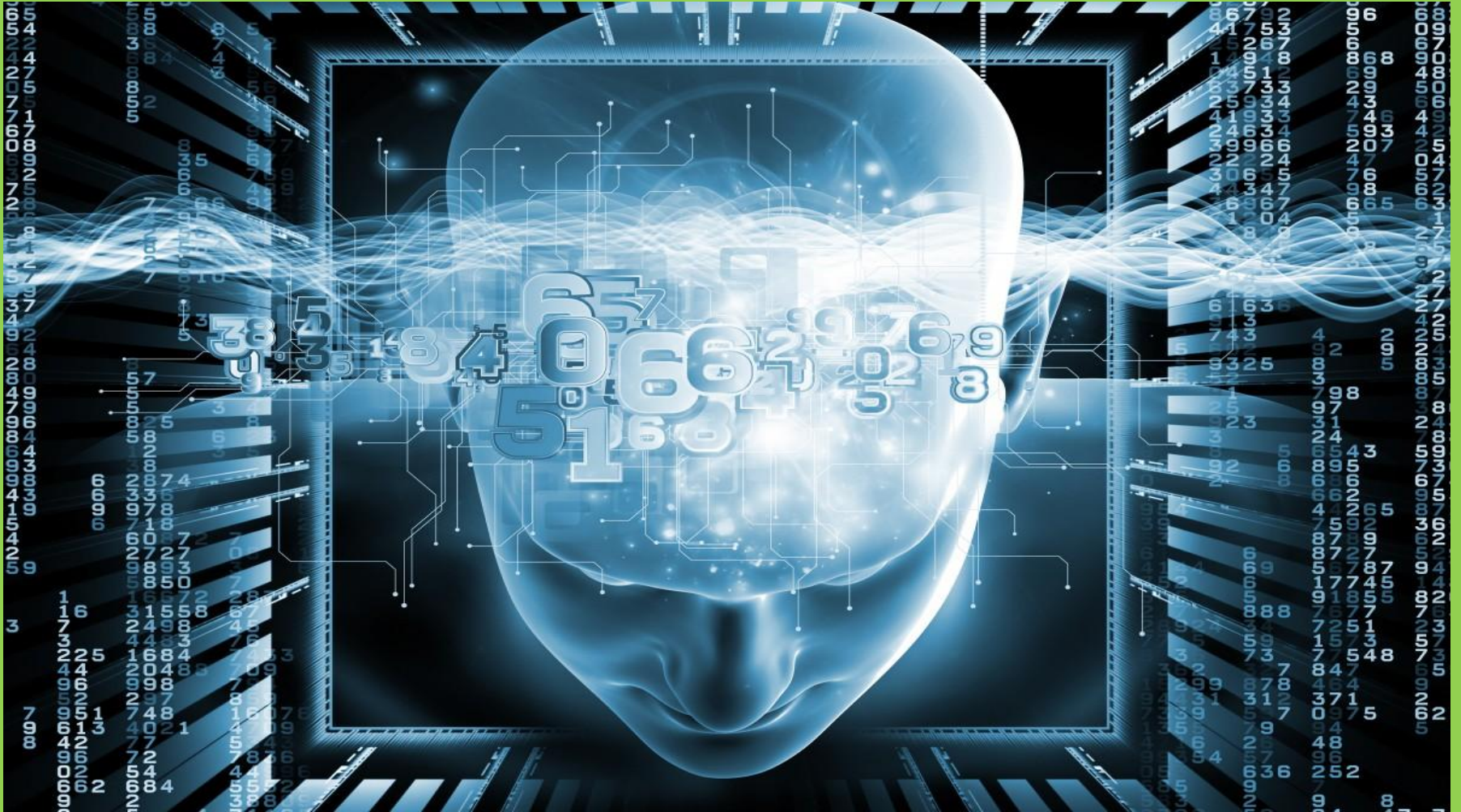


Информационные технологии служат прежде всего цели экономии ресурсов путем поиска и последующего **ИСПОЛЬЗОВАНИЯ** информации для повышения эффективности человеческой деятельности. В настоящее время исследования по охране окружающей среды ведутся во всех областях науки и техники различными организациями и на различных уровнях, в том числе и на государственном. Однако информация по этим исследованиям характеризуется высокой рассеянностью. Большие объемы экологической информации, данные многолетних наблюдений, новейшие разработки разбросаны по различным информационным базам или даже находятся на бумажных носителях в архивах, что не только затрудняет их поиск, использование, но и приводит к сомнению в достоверности данных и эффективном использовании средств, выделяемых на экологию из бюджета или коммерческими структурами, например ИД РПОИ ("Исполнительная дирекция российской программы организации инвестиций в оздоровление окружающей среды").

Экспертными системами (ЭС) называют системы искусственного интеллекта, построенные на основе глубоких специальных знаний по некоторой предметной области, полученные от экспертов - специалистов в этой области.



Экспертные системы являются одним из видов систем искусственного интеллекта, которые получили широкое распространение и нашли практическое применение. Повсеместное распространение экспертных систем сдерживается прежде всего тем, что они считаются весьма сложными, дорогими, а главное - узкоспециализированными программами



Все экспертные системы имеют следующие особенности:

компетентность, т.е. в конкретной предметной области экспертная система должна достигать того же уровня, что и специалисты-люди;

символьные рассуждения, т.е. знания, на которых основана экспертная система представляются в виде понятий реального мира;

глубина, т.е. экспертная система должна решать серьезные, нетривиальные задачи,

отличающиеся **СЛОЖНОСТЬЮ** знаний или обилием информации, что не позволяет использовать полный перебор вариантов как метод решения задачи, а заставляет прибегать к творческим и неформальным методам;

самосознание, т.е. экспертная система должна включать в себя механизмы объяснения того, каким образом она приходит к решению задачи.



Экспертные системы имеют в своем составе обширную базу данных - факты выбранной предметной области, а также базу знаний, в которой отражены профессиональные навыки и умения специалистов высокого уровня в данной области.

Основу квалификации эксперта, кроме формализованных знаний, составляют трудно формализуемые догадки, интуитивные суждения и умение делать выводы, которые сам эксперт может не вполне осознавать.



В качестве примера рассмотрим "экспертную систему для диагностики состояния экологических систем" используемую для нормирования нарушающих воздействий и для генерации путей восстановления нарушенных экосистем.

Для принятия **управленческих** решений экологическая экспертная система (ЭЭС) должна решать следующие классы задач:

- мониторинг состояния ОС;
- идентификация опасных экологических ситуаций;
- прогнозирование развития этих ситуаций;
- разработка комплекса мер по восстановлению состояния ОС;
- управление процессом восстановления на основе механизмов обратной связи.

Решение этих задач возможно путем интеграции в системе соответствующих подсистем. Каждая подсистема концентрирует в себе знания экспертов, необходимые для решения поставленной перед нею задачи.

базу ретроспективных данных для точек отбора проб каждого региона (данные химических, климатических измерений, данные о процессах гидро- и аэропереносов; оценки состояния экосистем на шкале "норма-патология", получаемые, например, по биологическим показателям);

программу построения и расчета границ областей нормального функционирования в пространстве абиотических факторов;

диалоговую программу идентификации сценариев абиотических факторов относительно границ областей нормального функционирования экосистем.



# Экологические системы

озеро

естественные

болото



луг



лес

Экспертная система выделяет в пространстве факторов экосистемы области нормального функционирования и рассчитывает их границы, а также критерии точности и полноты выделения областей. Границы областей нормального функционирования служат экологически допустимыми уровнями нарушающих экологическое благополучие воздействий. Положение исследуемой точки пространства факторов относительно найденных границ позволяет указать количественные интервалы изменения факторов, необходимые для возвращения экосистемы в область нормального функционирования.

Метод расчета границ областей нормальности основан на процедурах оптимального распознавания образов, многомерного статистического и детерминационного анализа.

Результатами работы являются:

прогнозируемая по сценарию нарушающего воздействия оценка состояния экосистемы на шкале "норма-патология";

перечень значимых для экологического неблагополучия факторов, ранжированный по величине вклада фактора в степень неблагополучия (с указанием критериев значимости);  
нормативы экологически допустимых уровней для каждого значимого фактора;  
нормативы экологически безопасных границ для незначимых факторов;  
сценарии факторов среды, приводящие к экологическому неблагополучию, перечень факторов, изменение которых необходимо для возврата экосистемы в область нормального функционирования, и оптимальные для такого возврата диапазоны изменения указанных факторов;



Данные о текущем состоянии ПТС и требуемых условиях ее восстановления вводятся в ЭЭС пользователем в начале работы. Система проверяет достоверность этих данных и дополняет их с помощью ПОДКЛЮЧАЕМЫХ модулей, одним из которых может быть ГИС-система. Собранные данные анализируются с целью идентификации опасных экологических ситуаций и прогнозирования их развития. Результаты анализа используются при принятии решения о комплексе параметров ПТС, требующих восстановления. Прогноз распространения загрязнения влияет на принятие решения о методах его локализации. ЭЭС предусматривает комплекс мер по очистке ПТС от загрязнений, мелиорации территории и восстановлению ее биологического разнообразия. Подобранные методы и технологии интегрируются с целью повышения эффективности восстановления ОС и снижения затрат. Для контроля и управления процессом восстановления, в системе предусмотрены механизмы обратной связи, позволяющие по данным текущего мониторинга восстанавливаемой ПТС вводить поправки в ход восстановления.



Таким образом, при возможности полного восстановления всех параметров ОС создается комплекс мер, направленных на это.

При наличии каких-либо ограничений (технологических, экономических и пр.) работа ЭЭС направляется на восстановление наиболее значимых для дальнейшего использования территории параметрах, остальные параметры восстанавливаются по возможности.

Интеграция ГИС-систем в экологическую экспертную систему позволит получить наиболее полные и достоверные данные по восстанавливаемой территории.

Предлагаемая ЭСС может использоваться для анализа и прогнозирования развития экологической ситуации и поддержки принятия решений по восстановлению ОС на различных территориях. Наличие обратной связи позволяет контролировать ход восстановления ОС и, при необходимости, вводить поправки в этот процесс.

# Экология мира в руках ЧЕЛОВЕКА

