

Лекция 11. Использование информационных технологий в управлении качеством окружающей среды

1. ГИС в управлении качеством окружающей среды
2. Экспертные методы оценки экологических воздействий. Экспертные системы в экологии
3. Банк данных социально-гигиенического мониторинга

1. ГИС в управлении качеством окружающей среды

Существует большое количество географических информационных систем. Перечислим некоторые, наиболее распространенные ГИС:

ArcView CIS, *PC ARC/INFO* и *DAK (Data Automation Kit)* компании *ESRI*. Распространением в России и других странах СНГ геоинформационных технологий *ESRI* занимается компания ДАТА+.

Arc View GIS выполнен в виде стандартного приложения Windows (работает также на платформах UNIX и в ряде версий Macintosh). Он легок в освоении и может использоваться в различных сферах деятельности для визуализации, запроса и анализа любой пространственной информации. *ArcView GIS* объединяет векторные, растровые, табличные данные в единую аналитическую систему. *PC ARC/INFO* предоставляет полный набор средств и функций для управления, анализа, отображения и картирования географической информации на персональном компьютере. *DAK* представляет специализированную программу для ввода новой и обновления имеющейся цифровой информации;

MapInfo компании *MapInfo Corporation*. Распространением этой полнофункциональной ГИС занимается компания ЭСТИ МАП;

GeoDraw/GeoГраф — этот векторный редактор разработан в Центре геоинформационных исследований Института географии РАН.

Подробную информацию об этих и многих других (Ингео, Manifold System, ObjectLand, GeoGraph, Карта-2000 ...) программах вы можете найти на Интернет-сайтах соответствующих компаний, занимающихся распространением ГИС-программ, в книге С.В. Шайтуры [1998], а также на страницах Интернет "ГИС-Ассоциация" – <http://www.gisa.ru> или "Где купить ГИС и данные для них" – http://giscenter.icc.ru/digest/gis_n_data.html;

Далее мы приведем некоторые примеры использования разных ГИС в управлении качеством окружающей среды.

Развитие визуальной интерпретации многомерных данных и ГИС-технологий связано, в частности, с тем, что человеку с его ограниченным трехмерным пространственным воображением сложно, а в большинстве случаев невозможно, анализировать и давать обобщенные оценки многомерным объектам.

Одним из первых опытов комплексного анализа пространственно распределенной информации явились поэтапные работы Института экологии Волжского бассейна РАН на примере данных о состоянии экосистем г. Тольятти, Самарской области и всего Волжского бассейна, выполняемые с

1989 г. [Моисеенкова, Шитиков, 1989; Розенберг с соавт., 1991, 1995, 2000; Розенберг, Краснощеков, 1996; Краснощеков, Розенберг, 1999 и др.].

Эколого-экономическая информация по Волжскому бассейну, представленная на Интернет-странице <http://www.ecology.samara.ru/docs/docs-1/volga.asp>, собиралась в виде различного рода карт распределения тех или иных параметров (рабочие масштабы - 1:2 500 000 и 1:4 000 000). "Масштаб" компьютерных карт, примерно, равен 1:10 000 000. Вся территория Волжского бассейна была разделена на 210 квадратов, каждый площадью около 6.5 тыс. км² (примерно 80x80 км). Всего ЭИС "REGION-VOLGABAS" содержала 509 предметных слоев карты, из которых 85 составили обобщенные показатели.

Пространственно распределенная информация ЭИС "REGION-VOLGABAS" охватывала следующий рубрикатор природных компонент:

- климат территории Волжского бассейна (особенности распределения температуры воздуха и количества осадков, а также ветрового режима);
- географо-геологическое описание (орография, дочетвертичный и четвертичный периоды развития региона, основные черты тектоники) и геохимическая обстановка;
- почвы и ландшафты Волжского бассейна, наличие особо охраняемых природных территорий;
- лесные ресурсы и распределение естественной растительности;
- животный мир Волжского бассейна (видовое распределение и фаунистические комплексы наземных позвоночных и птиц);
- население (демографическая ситуация в Волжском бассейне и степень урбанизации территории).
- гидрология и гидрохимическое качество вод р. Волги и ее водохранилищ;
- гидробиоценозы и их компоненты (фитопланктон, зообентос, водяные клещи, инфузории, микроскопические водные грибы, рыбные запасы бассейна Волги);
- оценки качества воды и степени эвтрофикации Волжских водохранилищ по видам-биоиндикаторам.

Обширные рубрики накопленных данных детально описывали распределение по территории техногенной нагрузки и антропогенных воздействий, в том числе:

- загрязнение воздушного и водного бассейна;
- распределение отходов производства и коммунального хозяйства (включая особо опасные вещества для состояния экосистем и здоровья человека);
- радиационная обстановка, места техногенных аварий и природных катастроф;
- транспортная и рекреационная нагрузка;
- сельскохозяйственная нагрузка (включая распределение по территории бассейна минеральных удобрений, распаханности территории, животноводческой и пестицидной нагрузок).

Состояние здоровья населения, как критерий оценки качества среды, в рамках ЭИС "REGION-VOLGABAS" включало следующие параметры:

- общая заболеваемость взрослого населения (смертность, естественный прирост населения, оценки заболеваемости от "экологически обусловленных" нозологий);
- здоровье матери и ребенка (рождаемость, смертность детей до года, общая заболеваемость детей, в том числе, от "экологически обусловленных" нозологий);
- инфекционные и паразитарные болезни, частота злокачественных новообразований;
- общее состояние системы здравоохранения.

Наличие перечисленных данных и алгоритмов их обработки дало возможность решать задачи комплексного анализа состояния экосистем региона, оценивать характер совокупной антропогенной нагрузки, с помощью модельных "сценариев" осуществлять прогноз развития экологической обстановки и на этой основе предложить ряд рекомендаций по направлениям устойчивого эколого-экономического развития и социально-экологической реабилитации территорий [Розенберг с соавт., 1994б; Розенберг, Краснощеков, 1996]. Работы по Самарской области и программе «Возрождение Волги» были отмечены первой премией Минэкологии СССР в 1991 г.

Справочно-информационная система «Атлас окружающей среды Белого моря» создана на базе ГИС-технологий для получения комплексной пространственно-привязанной экологической информации о Белом море на основе среднесрочных наблюдений и результатов экологического мониторинга. Атлас состоит из шести основных разделов: «Регион», «Белое море», «Условия среды», «Биология моря», «Антропогенное воздействие» и «Экология».

С помощью ГИС (в частности, используя программу *ERDAS IMAGINE*) можно определить районы, в которых существует высокий риск наводнений, с целью предупреждения или уменьшения возможных разрушений и принятия защитных мер.

В Москве с использованием ГИС-технологий (*ARC/INFO*, *ArcView GIS* и *ArcExplorer*) на основе нормативно-правовых, методических, аналитических и картографических материалов разработана *единая информационная система природного комплекса центральной части города*. Система предназначена для инвентаризации зеленых насаждений, паспортизации озелененных территорий и поддержки принятия решений по регулированию хозяйственного использования и строительства в центральной части Москвы, которое призвано обеспечить сохранение, восстановление и развитие природных компонентов городской среды.

В рамках многолетней Федеральной целевой программы «Мировой океан» создается *единая система информации ЕСИМО*. Система ЕСИМО базируется на современных информационных технологиях (СУБД, ГИС, телекоммуникации и др.) и использовании распределенных баз данных.

Информацию (такую, как маршруты научно-исследовательских судов, размещение гидролого-гидрохимических станций, буев и измерительных комплексов, пространственное распределение гидрофизических параметров на поверхности и в глубинах морей и океанов и т.п.) удобно представлять в виде карт, что предопределило широкое использование в системе ГИС-технологий. С их помощью в системе создаются карты разливов рек и водоемов, зон затопления территорий, обзорные карты ледовой обстановки по морям, карты гидрометеорологических условий, схем течений, характеристик приливных и суммарных течений на поверхности и в глубинах, концентрации гидрохимических, биогенных и микробиологических соединений, содержания загрязняющих веществ в воде и др.

Интересен опыт геоинформационной поддержки системы биологического мониторинга городской территории, внедренной лабораторией биоиндикации Калужского ГПУ им. К.Э. Циолковского. Для этой цели разработаны оригинальные алгоритмы и методы площадной оценки и районирования территорий на основе картографической программы MapInfo Professional 4.5, относящейся к классу профессиональных ГИС. Информация формируется в виде различных вариантов карт экологической обстановки: а) подробная информация по каждой точке территории; б) районирование для укрупненных управленческих решений; в) оценка деформаций от конкретных источников воздействия [Стрельцов с соавт., 1995; Шестакова с соавт., 1998].

2. Экспертные методы оценки экологических воздействий

По инициативе Программы ООН по окружающей среде (UNEP) для процесса экологической оценки был разработан целый ряд стандартизованных методов или вспомогательных инструментов, призванных повысить эффективность выявления воздействий. Эти методы основаны на коллективном опыте широкого круга специалистов и их использование позволяет упорядочить и систематизировать процесс биоиндикации и мониторинга, избегая многих ошибок, совершавшихся на ранних этапах развития.

Австралийским агентством по охране окружающей среды АЕАА, а также международной группой специалистов [Экологическая оценка..., URL] выделяются следующие стандартизованные методы, используемые для выявления воздействий:

- контрольные списки;
- матрицы;
- сети;
- наложение карт и географические информационные системы (ГИС);
- экспертные системы.

Контрольные списки, как правило, разрабатываются на основе списков компонентов окружающей среды или воздействующих факторов, которые должны быть исследованы для выявления возможных воздействий. Списки

могут варьировать по сложности и назначению от очень простого списка до больших иерархических рубрикаторов, которые также подразумевает оценку значимости путем экспертного нормирования и взвешивания. Примерами таких списков являются известная система сапробности индикаторных организмов Кольквитца–Марссона в модификации Сладечека (Sládeček, 1973) или таблица обобщенных характеристик изменений в водных и наземных системах р. Чапаевки, содержащая оценки индикаторной способности различных компонент и параметров экосистемы [Экологическое состояние..., 1997]. Во втором примере на практике показано, как эффективность выводов биоиндикации может быть существенно повышена за счет сопряженного использования различных индикаторов.

Списки могут быть улучшены и адаптированы к местным условиям по мере накопления опыта их использования. Контрольные списки неэффективны для выявления непрямых воздействий (вторичных и более высокого порядка), а также взаимодействия между воздействиями.

Матрицы представляют собой таблицы, которые могут использоваться, чтобы определить взаимодействие между группами действующих факторов и компонентами (характеристиками) окружающей среды. При использовании матрицы взаимодействие между конкретным возмущением и компонентом окружающей среды может быть отмечено в клетке на пересечении рядов и столбцов. В клетках могут быть сделаны "примечания", чтобы подчеркнуть существенность воздействия или другие особенности, связанные с природой факторов, например:

- значки или символы могут наглядно определить тип воздействия (такие как прямой, косвенный, совокупный);
- цифры или размер значков могут указывать масштаб;
- могут быть сделаны описательные замечания.

В литературе [Экологическая оценка..., URL] упоминается матрица взаимодействий Леопольда, применяемая для экспертизы большинства экологических проектов, которая содержит 88 всесторонних компонентов и характеристик окружающей среды, представленных столбцами таблицы, и 100 видов деятельности (воздействующих факторов), которые представлены строками. Общий подход, использованный в матрице Леопольда, получил широкое распространение, и на его основе было разработано множество других матриц. Другим примером матрицы является таблица общих критериальных характеристик [Попченко, Булгаков, 1992], содержащая в строках – качественные признаки модификаций биоценозов зообентоса, а в столбцах – различные инвариантные состояния, соответствующие прогрессу или регрессу соответственно в экологической структуре сообществ и в процессах метаболизма. В общем случае, в матрицах также трудно различать прямые и косвенные воздействия.

Сети представляют собой графы причинно-следственных отношений и иллюстрируют множественные связи между антропогенными факторами, природоохранной деятельностью и компонентами (характеристиками) окружающей среды и поэтому особенно полезны для выявления и

отображения воздействий второго порядка (косвенные, синергетические и т.д.). Упрощенные сети могут использоваться в сочетании с другими методами для обеспечения того, чтобы важнейшие воздействия второго порядка не были пропущены при исследовании. Из-за отсутствия собственных примеров, приведем на рис. 1.5 пример сети, отражающей взаимосвязи, приводящие к изменению качества жизни, состояния дикой природы и прочих условий в случае реализации мероприятий по развитию туризма в Замбии (учтена даже потеря биоразнообразия из-за роста спроса на сувениры для туристов). Разработка более детальных сетей может потребовать значительного времени и усилий, особенно если для этого не используются компьютерные программы.

Наложение карт и географические информационные системы (ГИС) – послойно накладываемые карты или компьютерные изображения, которые могут использоваться для визуализации воздействий. Как будет показано ниже, ГИС делят карту района на отдельные ячейки и хранят большой объем информации для каждой ячейки. Такие системы могут использоваться для целей анализа и компьютерного моделирования.

Экспертные системы (ЭС) – как правило, компьютеризованные системы принятия решений, основанные на знаниях. Внешне работа ЭС проста: пользователю последовательно предлагаются вопросы, сформулированные на основе имеющейся базы классифицированных фактов и заложенного в системе механизма поиска взаимосвязей между ними. Экспертная система анализирует ответ на каждый вопрос и переходит к следующему вопросу, учитывая данный ответ.

Экспертные системы возникли как первый практический результат развития алгоритмов искусственного интеллекта – совокупности научных дисциплин, изучающих методы решения задач интеллектуального (творческого) характера с использованием компьютеров [Нильсен, 1973; Сафонов 1992]. ЭС выполняет функции эксперта при решении задач из некоторой предметной области и состоит из следующих компонентов [Таунсенд, Фохт, 1990]:

- базы знаний (части системы, в которой содержатся факты);
- подсистемы генерации "умозаключений" (множества правил, по которым осуществляется решение задачи);
- подсистемы объяснения;
- подсистемы приобретения знаний;
- диалогового процессора.

Основными отличиями ЭС от других программных продуктов являются использование не только данных, но и знаний, а также специального механизма синтеза решений и новых знаний на основе имеющихся. Знания в ЭС представляются в такой форме, которая может быть легко обработана на ЭВМ. Наиболее распространенный способ представления знаний в экспертных системах – это непротиворечивые логические высказывания [Виттих, 1998] или продукционные правила. В таких системах предметная область описывается с помощью логических рассуждений, ведущих от

причин к следствию, т.е. устанавливается некоторая детерминированная причинно-следственная связь между фактором А и явлением В.

Качество ЭС определяется размером и качеством базы знаний (правил или эвристик). Для ее построения требуется провести опрос специалистов, являющихся экспертами в конкретной предметной области, а затем систематизировать, организовать и снабдить эти знания указателями, чтобы впоследствии их можно было легко извлечь из базы. Обычно в любой момент времени в системе существуют три типа знаний

- структурированные знания – статические знания о предметной области (после того как эти знания выявлены, они уже не изменяются);
- структурированные динамические знания – изменяемые знания о предметной области (они обновляются по мере выявления новой информации);
- рабочие знания – знания, применяемые для решения конкретной задачи или проведения консультации.

В ЭС обычно заранее не определен алгоритм задачи, который строится "по ходу" ее решения на основании эвристических правил, поэтому обработка знаний часто может привести к получению такого результата, который трудно предусмотреть. Одним из важных вопросов, возникающих при проектировании управляющей компоненты систем, основанных на знаниях, является выбор метода поиска решения, т.е. стратегии синтеза "умозаключений" [Элти, Кумбс, 1987, Ларичев с соавт., 1989]. От выбранного метода поиска (направления и способа его осуществления) будет зависеть порядок применения и срабатывания правил.

Считается, что системы, основанные на знаниях, имеют определенные преимущества перед человеком-экспертом:

- у них нет предубеждений и они не делают поспешных выводов;
- эти системы работают систематизировано, рассматривая все детали, часто выбирая наилучшую альтернативу из всех возможных;
- база знаний может быть очень и очень большой; будучи введены в машину один раз, знания сохраняются навсегда; человек же имеет ограниченную базу знаний, и если данные долгое время не используются, то они забываются и навсегда теряются;
- системы, основанные на знаниях, по своей природе устойчивы к "помехам"; в то время, как эксперт пользуется побочными знаниями и легко поддается влиянию внешних факторов, которые непосредственно не связаны с решаемой задачей.
- базы знаний не обременены сведениями из других областей и менее подвержены "шу-мам";
- ЭС-системы не заменяют специалиста, а являются инструментом в его руках.

Разумеется, имеется ряд предметных областей и прикладных задач, где разработка или использование ЭС не всегда обосновано. В табл. 1.2 приведены сравнительные критерии, по наличию которых можно судить о целесообразности применения экспертных систем. В целом ЭС является не

подменой, а разумным дополнением традиционным математическим задачам, решаемым обычным путем формальных преобразований, процедурного анализа или численными методами.

Таблица 1. 2

Критерии применимости экспертных систем при решении прикладных задач

Применение ЭС обосновано	Применение ЭС не обосновано
Не могут быть построены строгие алгоритмы или процедуры, но существуют эвристические методы решения.	Имеются эффективные алгоритмические методы.
Есть эксперты, которые способны решить задачу.	Отсутствуют эксперты или их число недостаточно.
По своему характеру задачи относятся к области диагностики, интерпретации или прогнозирования.	Задачи носят вычислительный характер.
Доступные данные "зашумлены".	Известны точные факты и строгие процедуры.
Задачи решаются методом формальных рассуждений.	Задачи решаются процедурными методами, с помощью аналогии или интуитивно.
Знания статичны (неизменны).	Знания динамичны (меняются со временем).

В качестве классического примера экспертной системы экологического профиля можно привести систему PLANT/cd, предсказывающую потери зерна из-за черной совки [Уотермен, 1989]. Эта ЭС реализует прогноз состояния конкретного агроучастка по результатам обследования. При этом используются такие показатели, как количество попавших в ловушку бабочек, прополка поля, возрастной спектр личинок, состояние почвы, сорт зерновой культуры и проч.

Из примеров отечественных экспертных систем в области биоиндикации можно привести любопытный проект, осуществленный в Интернет Ярославским областным центром дистанционного обучения школьников [Биоиндикация природных..., URL]. Если зайти на сайт www-windows-1251.edu.yar.ru/russian/misc/eco_page/bioind, то можно самостоятельно без каких-нибудь финансовых затрат выполнить качественный анализ состояния воды по гидробиологической пробе (автор – школьник Сергей Юров). Для этого необходимо просто ввести данные о встречаемости по 24 группам водных организмов и получить описание типа и характеристик прогнозируемого водоема.

Экспертные системы в экологии

Характерной особенностью процесса принятия решения в области экологии является участие в нем представителей самых разных дисциплин. Собственно экологический анализ ведется биологами, но в выборе вариантов действий решающая роль принадлежит инженерам, экономистам, очень важны также медицинские и социальные аспекты оценок. Трудность выбора решения определяется необходимостью оценки информации с точки зрения представителей разных специальностей. Привлекать для анализа экологических аспектов решений квалифицированного эколога не всегда возможно и целесообразно. Необходимо повышать экологическую культуру специалистов, но вряд ли это возможно делать до уровня профессиональной оценки решения.

Наиболее реальный путь экологизации решений — это постепенное внедрение экспертных экологических систем. Руководитель, инженер, проектировщик, технолог должны получать из информационных ресурсов не только данные, но и экологические знания, необходимые для верной оценки данных.

В системе экологического контроля и оценки между пользователем и банком данных должна находиться экспертная система, позволяющая инициировать диалог только в случае действительной необходимости. Система осуществляет контроль исходных данных проверкой совпадений значений одинаковых параметров в различных формах, правильности балансов, соблюдении тождеств и т. д. Более важен неформальный контроль, в частности оценка правдоподобности, с использованием специальных статистических программ. Но главное назначение экспертной системы — анализ каждого конкретного значения в контексте имеющихся данных (включая справочное) и имеющихся у нее знаний (взаимоотношений между данными). Разумеется, знания имеются у экспертов, а экспертная система — это аккумулятор, представляющий знания в явном либо неявном виде. Экологические проблемы разноплановы, что требует привлечения к анализу многих специалистов из разных областей. Это сложно, отсюда ошибки в связи с «выпадением» важных аспектов. Поэтому создание экспертных систем именно в этой области особенно эффективно.

Экспертную систему можно обобщенно определить как систему, способную эффективно заменить человека - эксперта в данной предметной области, т. е. осуществлять консультативные функции. При этом система использует знания, полученные ранее от высококвалифицированных экспертов. Во многих случаях эти знания могут быть представлены в виде набора элементарных правил, чаще всего продукционного типа («если – то»), которыми пользуются эксперты при решении той или иной задачи. Эти правила образуют базу знаний экспертной системы. Используя механизм логического вывода, экспертная система строит из этих правил и фактов логические цепочки, образующие Решение конкретной задачи. Надо отметить, что если вначале основные надежды возлагались на механизм логического вывода, то затем опыт эксплуатации реальных систем показал,

что их успех или неуспех определяется скорее широтой базы знаний, способностью извлечь их из эксперта.

Как правило, поиск решения ведется в ходе диалога на подмножестве естественного языка, ориентированного на пользователя-непрограммиста. Отличительной особенностью экспертной системы является наличие механизма объяснения логики принятия решения, позволяющего системе обосновывать свое решение или вопрос. Объяснения могут быть в форме:

заранее заготовленных объяснений (например, сообщение об ошибке);
релятивных объяснений (каждый шаг программы снабжается пояснением о том, что в данном случае она делает и с какой целью); затем по ассоциативному дереву строится объяснение метода решения проблемы;
сообщений специальной объясняющей программы, которая контролирует действия системы и в случае необходимости выдает пояснения пользователю.

3. Банк данных социально-гигиенического мониторинга

Состояние человека является единственной эффективной оценкой для состояния среды. Но хотя проблема интегральной оценки состояния здоровья разработана лучше, чем проблема интегральной оценки состояния среды, до ее решения еще далеко. Основной способ оценки здоровья, применяемый сегодня, основан на его оценке через заболеваемость. Этот способ может и должен использоваться в системах экологического контроля и оценки. В банк данных по экологии человека следует включать базы данных по заболеваемости, так как многие болезни являются хорошим индикатором неблагополучия среды по отдельным факторам либо по группам факторов. Например, биологическое загрязнение воды проявляется через инфекционные и желудочно-кишечные заболевания, загрязнение воды химическими веществами — через специфические отравления и заболевания, загрязнение воздуха — через аллергические и пульмонологические заболевания и т. д. Проблема своевременной индикации состояния среды через состояние здоровья по заболеваемости сводится к необходимости анализа больших объемов информации

Факторы окружающей среды влияют на здоровье человека. Вопросы оценки этого влияния много обсуждаются на разных уровнях — от локального до глобального. Это связано с тем, что здоровье людей — залог существования нашей цивилизации. Однако в поддержании здоровья свою роль играет не только состояние окружающей среды, но и еще многие другие факторы. Согласно определению ВОЗ, здоровье — состояние полного физического, психического и социального благополучия, а не просто отсутствие заболеваний или недугов.

Несмотря на большие успехи в области оценки влияния состояния окружающей среды на здоровье человека необходима количественная оценка здоровья людей.

ВОЗ в течение ряда лет работает над следующими перечнями: индикаторов здоровья людей; индикаторов состояния окружающей среды, которые показывали бы ее связь с состоянием здоровья населения. Первым

ощутимым результатом был перечень ПДК каждого химического вещества, занесенного в справочную таблицу. Программный комплекс при использовании географических информационных систем позволит осуществить картографический анализ информации, определить количественные зависимости между показателями здоровья населения и состояния среды обитания. Применение современных технологий даст возможность обеспечить необходимой информацией органы госсанэпидслужбы и здравоохранения РФ, принимающие решения на любом уровне управления.

Создание информационно-аналитической базы позволяет: определить приоритетные загрязняющие вещества, представляющие угрозу для состояния здоровья населения; выявить основные факторы риска при воздействии окружающей среды на различные категории населения регионов; изучить заболеваемость населения с целью определения возраста риска формирования превалирующей патологии; провести комплексную оценку здоровья на основании данных о заболеваемости населения и функциональном состоянии наблюдаемых контингентов; усовершенствовать механизмы управления риском среды и здоровья населения путем реорганизации деятельности госсанэпидслужбы, внедрить минимальные социальные стандарты, оптимизировать систему СГМ для решения проблемных ситуаций в регионах.

Информационные системы параметров здоровья населения и окружающей среды — основной инструмент для принятия решений по формированию и совершенствованию политики снижения неблагоприятного воздействия факторов окружающей среды на здоровье людей. В соответствии с рекомендациями 2-й Европейской конференции по окружающей среде и здоровью, изложенными в «Декларации действий по окружающей среде и здоровью в Европе» и «Европейском плане действий по гигиене окружающей среды», должна быть создана сеть баз данных по статистическим показателям здоровья населения и состояния среды обитания, предусматривающая возможность их использования для изучения и оценки неблагоприятного воздействия среды на здоровье людей.

Индикаторы здоровья населения:

1) ожидаемая продолжительность предстоящей жизни (для мужчин, женщин, городского населения, сельского населения, при рождении, в возрасте 15, 45 и 65 лет);

2) смертность (общие и стандартизованные показатели; смертность от злокачественных новообразований органов пищеварения, органов дыхания; от рака крови);

3) младенческая смертность;

4) доля детей с массой тела при рождении меньше 2500 г;

5) показатели физического развития детей;

6) заболеваемость (ОРЗ у детей, бронхиальная астма у детей, онкологическая заболеваемость (злокачественные новообразования органов дыхания, органов пищеварения, крови, кожи), частота врожденных пороков развития, кишечные инфекции (возникновение заболеваний, причины;

данные по числу заболевших, госпитализации, смертности), гепатит А, болезни щитовидной железы, профессиональные заболевания) [50].

Например, в РФ основным инструментом изучения влияния среды обитания на здоровье населения является *система социально-гигиенического мониторинга* (СГМ). Федеральный центр Госсанэпиднадзора Минздрава России формирует базу данных СГМ. Для ввода данных из регионов разработана электронная форма ввода показателей, подключенная к Web-сайту Центра.

Литература:

1. Гершензон, В.Е. Информационные технологии в управлении качеством среды обитания: учеб. пособие для студ. высш. пед. учеб. заведений/ В.Е. Гершензон, Е. В. Смирнова, В. В. Элиас; под ред. В.Е. Гершензона. М.: Издат. центр «Академия», 2003. – 288 с.
2. Розенберг Г.С., Мозговой Д.П., Гелашвили Д.Б. Экология. Элементы теоретических конструкций современной экологии (Учебное пособие). - Самара: Самарский научный центр РАН, 2000. - 396 с.
3. Цхай, А. А. Введение в экологическое моделирование. / А. А. Цхай, М. Пулян, Л. Н. Бельдеева, Дж. Ганулис, И. В. Жерелина, В. И. Квон, В. В. Кириллов, С. А. Ляхова, Х.-П. Нахтнебел, Н. З. Нечай. – Барнаул: Изд-во «Азбука», 2001. – 315 с.