

## **ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ФОРМИРОВАНИЯ И УПРАВЛЕНИЯ ИНФОРМАЦИЕЙ О ПРИРОДОПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ (ИАС «ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ»)**

Войтов И.В.,

*Государственный комитет по науке и технологиям  
Республики Беларусь;*

Гатих М.А.,

*Республиканское научно-исследовательское  
унитарное предприятие «БелНИЦ “Экология”»*

На современном этапе научно-технического прогресса во всех сферах человеческой деятельности, развития народного хозяйства страны и повышения благосостояния народа необходимым и обязательным условием устойчивого общественного развития является экологическая безопасность окружающей среды (ОС). Исходя из приоритета охраны здоровья людей, экологическая безопасность и качество окружающей среды с гигиенических позиций определяются главными их функциональными назначениями — способностью обеспечить полноценные благоприятные условия для жизнедеятельности и сведение к минимуму влияния отрицательных последствий антропогенного воздействия на здоровье населения. Загрязнение и истощение окружающей среды в результате антропогенной деятельности не только влияет на его здоровье, но и непосредственно отражается на национальном доходе государства как последствия загрязнения природных сред. Эти последствия выражаются в виде экологического, экономического и социального ущерба, представляющих собой сумму недополученного национального дохода, затрачиваемого соответственно на оздоровительные, природоохранные и многие социальные мероприятия в стране.

Переход к информационным технологиям (ИТ) и создание ИАС «Природопользование», обеспечивающей коллективное использование информационных ресурсов в области природопользовательской и природоохранной деятельности, эколого-экономическую оценку и управление качеством окружающей среды, являются актуальными и своевременными. Это требует в свою очередь системной организации информационных ресурсов, обеспечения их сбора, хранения, обработки и представления потребителям в систематизированном и классифицированном виде (в базах данных) для решения функциональных задач, текущих ситуационных вопросов в различных сферах охраны и управления качеством окружающей среды. Решение этих проблем невозможно без использования современных информационных технологий, создания различных целевых автоматизированных систем локальных, региональных и ведомственных сетей передачи данных.

В настоящее время в Республиканском унитарном предприятии БелНИЦ «Экология» разрабатывается информационно-аналитическая система формирования и управления информацией о природопользовательской деятельности в Республике Беларусь, функциональная структура которой представлена на рис. В качестве объектов анализа, оценки и управления рассматриваются природно-ресурсный потенциал (ПРП), природно-хозяйственный комплекс (ПХК) и природно-экономический потенциал (ПЭП) административных территорий (район, область, республика). Информационное обеспечение (ИО) создаваемой ИАС включает базы данных (БД) по всем основным природным ресурсам (ПР), входящим в состав ПРП: земельным, водным, климатическим, атмосферному воздуху, лесным и растительным, животному миру, недрам (полезным ископаемым), торфяному фонду, сапропелям и отходам. В составе ИО формируются также качественные, количественные и пространственно-временные показатели ПР в рамках ПРП.

Одним из важнейших компонентов проектируемой системы является природно-хозяйственный комплекс как главная составляющая экономического состояния и развития административной территории (АТ). ПХК состоит из комплекса природопользователей — в рамках машиностроения, сельского хозяйства, транспорта, энергетики, ЖКХ, легкой, строительной, пищевой промышленности и других видов производств. Одной из функций ИАС является экологический контроль (инспекционная деятельность) за соблюдением указанными природопользователями природоохранного законодательства.

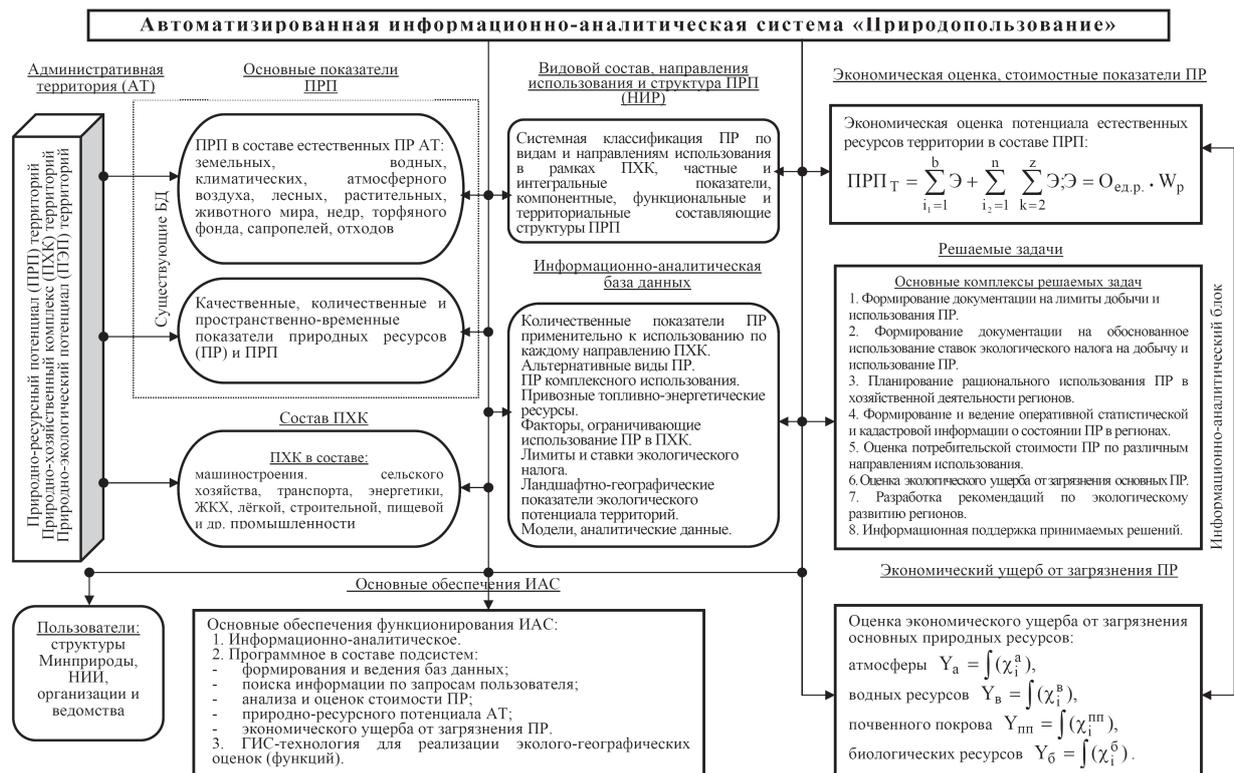


Рис. Функциональная структура автоматизированной информационно-аналитической системы «Природопользование»

Природно-ресурсный потенциал АТ представляет собой объединенную природно-ландшафтную структуру, обеспечивающую условия позитивного протекания природных процессов, компенсацию техногенного воздействия на ПРП и устойчивость природных сред к тем или иным видам последнего. ПЭП включает: малоизмененные ландшафты (заповедники, заказники, национальные парки, лесные массивы, водные пространства, естественные кормовые угодья, болота и кустарники), показатели структуры ландшафта (полнота составляющих компонентов, ранг господствующего компонента, вертикальное расчленение, современная нарушенность, доля пашни, доля мелиорированных земель), гидроклиматический потенциал (уровень грунтовых вод, коэффициент поверхностного стока, соотношение осадков и испарения, количество поглощенной радиации, сумма положительных температур) и характеристики почвенного покрова (распределение земель по мехсоставу, содержанию гумуса, контурности, уклонам, значению рН, закустаренности).

В рамках создаваемой ИАС имеет принципиальное значение формирование и компьютерная реализация методами и средствами ИТ основных структурных компонентов ПРП, необходимых с позиции природопользовательской и природоохранной деятельности. Основные из них следующие: системная классификация ПР по видам их использования в рамках ПХК, частные и интегральные показатели по направлениям применения ПР в народном хозяйстве страны, компонентные, функциональные и территориальные составляющие структуры природно-ресурсного потенциала административных территорий. Указанные компоненты будут положены в основу разработки многих функциональных задач в области природоохранной деятельности, а также использованы для экономической оценки потенциала естественных ресурсов (потребительской стоимости) и эффективности природоохранных мероприятий.

Одной из важнейших функций ИАС «Природопользование» является экономическая оценка потенциала естественных ресурсов, экономического ущерба от загрязнения ПР и экономической эффективности природоохранных мероприятий, для реализации которых в системе предусмотрен информационно-аналитический блок. Потребительская стоимость природно-ресурсного потенциала будет оцениваться по двум известным схемам: с использованием формулы В.Н. Шимова и рентной концепции. Рассмотрим каждую из них.

### Стоимостные показатели природных ресурсов

Наибольшей простотой в реализации экономической оценки ПР в составе ПРП отличается схема В.Н. Шимова, основанная на формулах:

$$ПРП_T^E = \sum_{i_1=1}^b \mathcal{E} + \sum_{i_2=1}^n \sum_{k=2}^z \mathcal{E}; ПРП_T^A = \sum_{i_1=1}^b \mathcal{E}; \mathcal{E} = O_{\mathcal{E}} \cdot p \cdot W_p, \quad (1)$$

где  $i$  — виды природных ресурсов ( $i = 1, 2, 3, \dots, n-1, n$ );  $k$  — количество направлений использования каждого вида естественных ресурсов ( $k = 1, 2, 3, \dots, z-1, z$ );  $i_2$  — виды естественных ресурсов комплексного использования ( $k \geq 2$ ;  $i_2 = 1, 2, \dots, a-1, a$ );  $i_1$  — виды природных ресурсов альтернативного использования ( $k = 1$ ;  $i_1 = 1, 2, \dots, b-1, b$ ),  $\mathcal{E}$  — ценность каждого вида природных ресурсов при  $K$ -м направлении использования;  $ПРП_T^E$  — ценность естественных ресурсов, непосредственно применяемых в ПХК;  $ПРП_T^A$  — ценность природных ресурсов альтернативного использования.

Укрупненную экономическую оценку ПРП, основанную на рентной концепции, предлагается производить по формуле:

$$R_{ppn} = [R_a + (C_3 - C_u) \Pi] / q, \quad (2)$$

где  $R_a = Z_n \times P_n \times K_u$  — величина абсолютной ренты;  $C_3 - C_u = R_d$  — дифференциальная рента;  $Z_n$  — замыкающие (предельные) затраты на производство продукта природопользования в определенном регионе (например, Беларуси);  $P_n$  — нормативный уровень рентабельности (эффективности) внедрения новой техники и технологии;  $K_u$  — коэффициент соотношения экологических и экономических интересов (для расчета экологической ренты  $\geq 0,5$ );  $C_3$  — замыкающая себестоимость производства продукта природопользования для данного региона;  $C_u$  — индивидуальная себестоимость производства продукта природопользования;  $\Pi$  — выход продукта природопользования в натуральных единицах;  $q = R_{ppn} / R_{pp}$  — коэффициент капитализации величины ренты или эффективности капитальных вложений;  $R_{pp}$  — величина экономической оценки природных ресурсов как капитализированной величины ренты.

В качестве замыкающих затрат ( $Z_n$ ) для рынка Беларуси могут выступать мировые цены, определяемые по формуле:

$$Z_n = \Pi \times P / (1 + P), \quad (3)$$

где  $\Pi$  — мировая цена на продукт природопользования (зерно, пиломатериалы и др.),  $P$  — нормативная величина прибыли (доля прибыли в цене продукта).

В экономических расчетах чем выше коэффициент  $q$ , тем выше эффект капитальных вложений, т.е.  $q = \Delta \Pi / K \rightarrow \max$ , где  $\Delta \Pi$  — прирост прибыли от внедрения того или иного мероприятия,  $K$  — капитальные вложения, связанные с проведением данного мероприятия.

Текущую экономическую оценку конкретного природного ресурса можно рассмотреть на примере оценки поверхностных водных ресурсов Республики Беларусь, определяемую выражением:

$$R_{в.р.} = W (R_a + R_a \times K_{\text{эк. зн.}}); K_{\text{эк. зн.}} = K1 + K2 + K3 + K4 + K5 + K6, \quad (4)$$

где  $W$  — объем поверхностных водных ресурсов, км<sup>3</sup>;  $R_a$  — нормативная цена 1 м<sup>3</sup> чистой (свежей) воды из поверхностных водоемов (абсолютная рента), млн руб.;  $K_{\text{эк. зн.}}$  — комплексный (интегральный) коэффициент экологической ситуации и экологической значимости водоема;  $R_a \times K_{\text{эк. зн.}}$  — значение дифференциальной ренты ( $R_d$ ).

**Показатели экономической эффективности природоохранных мероприятий (ПМ)**, отражающие экономические издержки от загрязнения ПРП. Суммарные затраты (плановые и фактические) на реализацию природоохранных мероприятий ( $R_{пм}$ ) можно выразить зависимостью:

$$R_{пм} = \sum_{i=1}^{N_1} R_i^{AB} + \sum_{j=1}^{N_2} R_j^{BO} + \sum_{n=1}^{N_3} R_n^{III}; i = \overline{1, N_1}, j = \overline{1, N_2}, n = \overline{1, N_3}, \quad (5)$$

где  $R_i^{AB}$  — затраты (млрд руб./год)  $i$ -го мероприятия из  $N_1$  их общего количества на охрану атмосферного воздуха;  $R_j^{BO}$  — затраты (млрд руб./год)  $j$ -го мероприятия из  $N_2$  их общего количества на охрану водных ресурсов;  $R_n^{III}$  — затраты (млрд руб./год)  $n$ -го мероприятия из  $N_3$  их общего количества на охрану почвенного покрова (земельных ресурсов).

Необходимая информация для определения расходов  $R_i^{AB}$ ,  $R_j^{BO}$ ,  $R_n^{ПП}$  может быть получена из структурных подразделений Минприроды и Минстата.

**Экологический ущерб от загрязнения ПРП.** Величина ущерба от загрязнения ОС непосредственно влияет на объем национального дохода. Для его минимизации в разумных пределах и реализации природоохранных мероприятий тратятся в государстве огромные финансовые средства  $Y_i^{об}$  и  $R_{ПМ}$ . Поэтому методике экономической оценки данного ущерба придается большое значение.

В настоящее время в Республике Беларусь уже разработаны научно-методические основы (методика) оценки экономического ущерба от загрязнения окружающей среды (ПРП). Они выполнены в НИЭИ Минэкономики Республики Беларусь под руководством С.Б. Кочановского и изложены в работах. В расчетах по оценке учитываются природно-климатические и социально-экономические факторы, пореципиентная оценка ущерба, дифференциация воздействия ингредиентов и показателей удельного ущерба по типам реципиентов и относительной агрессивности отдельных примесей в среде реципиентов. В качестве реципиентов рассматривается население, ЖКХ, основные промышленно-производственные фонды (ОППФ), сельскохозяйственные и лесные угодья.

Удельный экономический ущерб от загрязнения атмосферного воздуха и водных объектов оценивается системой уравнений:

$$Y_i^{AB} = \tau_i \times \sigma_i \times \gamma_j \Sigma M_j \times A_{ij}; \quad Y_i^{BO} = \tau_i \times \sigma_k \times M, \quad (6)$$

где  $Y_i^{AB}$  и  $Y_i^{BO}$  — экономический ущерб от загрязнения атмосферы и водных объектов, млн руб./год;  $\tau_i$  — региональный (регионально-отраслевой) поправочный коэффициент для  $i$ -го реципиента;  $\sigma_i$  — поправочный коэффициент, зависящий от численности реципиентов  $i$ -го вида в обследуемом регионе (населенном пункте);  $\gamma_j$  — удельный экономический ущерб, причиняемый  $i$ -му реципиенту, млн руб./усл. т;  $M_j$  — объем выброса в атмосферу  $j$ -го загрязнителя, т/год;  $A_{ij}$  — коэффициент относительной агрессивности  $j$ -й примеси для  $i$ -го реципиента;  $\sigma_k$  — коэффициент, учитывающий особенности водохозяйственных участков (безразмерный);  $M$  — приведенная масса годового сброса загрязнителя (усл. т/год) в зависимости от его токсичности (опасности).

#### Оценка загрязненности почвенного покрова

Состояние почвенного покрова (почвы, земли), как и всякой природной среды, определяется набором физико-химических и других параметров, характеризующих его состояние в данный момент времени и состояние, усредненное во времени, набором функциональных и структурных параметров, выражаемых в виде дифференциальных, интегральных и комплексных показателей, дающих представление о состоянии биоты, хозяйственной освоенности ПП и антропогенном комплексе — комплексе загрязняющих веществ. Загрязнение почв по характеру источников загрязнения делится на 4 класса: промышленное, сельскохозяйственное, транспортное и демографическое.

В общем случае при оценке уровня (степени) загрязнения почв химическими веществами и тяжелыми металлами следует учитывать специфику источников загрязнения, приоритетность загрязняющих веществ и их класс опасности, вид землепользования (сельхозугодья, рекреационные зоны, почва населенных пунктов, зоны промышленности, транспорта и т.д.), почвенно-климатические зоны, генезис почвы, самоочищение и состояние почвенного покрова в целом.

**Дифференциальные показатели.** Основным критерием оценки степени загрязнения почвы химическими веществами является их предельно допустимая концентрация (ПДК) или ориентировочно допустимое количество (ОДК), коэффициент концентрации химического вещества ( $K_i$ ) — отношение фактического содержания отдельного загрязнителя ( $C_i$ ) к его фоновому уровню ( $C_{иф}$ ). В случае присутствия в почве нескольких загрязнителей показатели загрязнения определяются индексами:

$$I_z = \Sigma K_i - (N - 1); \quad i = 1, \bar{N};$$

$$P = P_0 - P_\phi; \quad I_p = P_\phi / P, \quad (7)$$

где  $P$  — показатель продуктивности сельхозпроизводства;  $P_\phi$  — показатель издержек (уменьшение продуктивности) от загрязнения ПП;  $P_0$  — среднестатистический уровень продуктивности;  $I_p$  — индекс ранжирования техногенных нагрузок.

В случае возрастающего отрицательного влияния техногенного загрязнения на сельхозпроизводство  $P_\phi > P_0$ . При убывании техногенного влияния  $P_\phi \rightarrow P_0$ .

**Интегральные показатели.** Первичную интегральную оценку состояния почвенного покрова предлагается выполнить посредством системы уравнений:

$$I_i = (M_i H_i / F_i) / (M_0 H_0 / F_{об}); i = 1, \bar{N};$$

$$I_p = \sum b_i \times P_{ij} / P_{\phi j}; b_i = P_i / \sum P_{oi}; \sum b_i = 1,$$
(8)

где  $b_i$  — вес  $i$ -го компонента;  $P_{ij}$  — оценка  $j$ -го показателя  $i$ -й компоненты;  $P_{\phi j}$  — базовое (номинальное) значение  $j$ -го показателя;  $M_i$  — приведенная масса загрязнителя  $i$ -го источника;  $H_i$  — численность населения, проживающего в зоне активного загрязнения  $i$ -м источником;  $F_i$  — площадь территории зоны активного загрязнения для  $i$ -го источника;  $M_0$  — суммарная приведенная масса загрязнителей;  $H_0$  — общая численность населения;  $F_{об}$  — общая площадь территории исследуемого региона;  $P_{oi}$  — регламентное значение  $j$ -го показателя  $i$ -ой компоненты.

Информационно-аналитическая база данных для экономических оценок ПРП состоит из показателей видового состава, направлений использования и структуры ПРП, количественных, альтернативных и комплексных данных природных ресурсов административных территорий. Другие базы данных предназначены для решения функциональных задач в области природоохранной деятельности (см. на рис., блок «Решаемые задачи») и реализации природно-экологических функций создаваемой ИАС.

Основные виды функционального обеспечения ИАС включают:

1. Информационно-аналитическое.

2. Программное в составе:

- формирования и ведения кадастровых баз данных;
- поиска информации по запросам пользователя;
- анализа и оценок стоимости ПР;
- формирования и ведения информации о состоянии и использовании ПРП;
- экономического ущерба от загрязнения ПР.

3. ГИС — технология для реализации эколого-географических оценок ПРП регионов.

Создаваемая информационно-аналитическая система для реализации основных функций природоохранной деятельности предназначена для государственных органов власти и управления природопользованием в Республике Беларусь, включая районные, областные и республиканские структуры Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды.