

СОДЕРЖАНИЕ И СТРУКТУРА МОНИТОРИНГА ЗЕМЕЛЬ ЦЕНТРАЛЬНОГО ЧЕРНОЗЕМЬЯ. МОДЕЛЬ ПРЕДМЕТНОЙ ОБЛАСТИ РЕГИОНАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА ЗЕМЕЛЬ

¹Русинова Г. М., ¹Русинов С. П., ²Русинов П.С., ¹Серебрякова Е.Д., ²Рычко О. К.,
¹Русинов П.П., ²Конопкина О. Е., ¹Титова С.Л., ²Евтюхина Л.В., ²Харченко Г.Ю.,
²Тимофеев А.Н., ²Казарцева С.Н.

¹ООО «Черноземный институт мониторинга земель, экосистем и экономики природопользования», 394087, Россия, Воронеж, ул. Морозова д. 29а, оф. 1, chimz@bk.ru.

²ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный педагогический университет», 394043, Россия, г. Воронеж, ул. Ленина, 86, e-mail: rectorat@vspu.ac.ru.

Приведена классификация подсистем мониторинга земель. Проанализированы основные функции и задачи мониторинга земель региона верхнего уровня. Приведен иерархически организованный перечень функций регионального мониторинга, дающий представление о масштабах и однообразии предметной области регионального мониторинга земель. Подробно рассмотрены условия и предпосылки реализации новой концепции создания региональной системы мониторинга земель. Приведены основные внешнесистемные характеристики региональной АФС мониторинга земель. Определен иерархический характер системы показателей мониторинга земель по всем типам объектов.

Ключевые слова: мониторинг земель, Центральное Черноземье, аэрофотосъемка.

THE CONTENT AND STRUCTURE OF THE CENTRAL CHERNOZEM REGION LAND MONITORING. THE DOMAIN MODEL OF A REGIONAL LAND MONITORING SYSTEM

¹Rusina G. M., ¹Rusinov S.P., ²Rusinov P.S., ¹Serebrykova E. D., ²Richko O. K.,
¹Rusinov P. P., ¹Konopkina O. E., ¹Titova S.L., ²Evyukhina L.V., ²Kharchenko G.Y.,
²Timofeev A.N., ²Kazartseva S.N.

¹Society with limited responsibility «Chernozem institute of monitoring of lands, ecosystems and environmental management economy», Russia, Voronezh city, Morozova st., 394087, chimz@bk.ru

²Voronezh State Pedagogical University, 394043, Russia, Voronezh city, Lenina street, 86, rectorat@vspu.ac.ru.

The classification of land monitoring subsystems. The analysis of the main functions and tasks of the monitoring of the upper level regions. The hierarchically organized list of functions of the regional monitoring is given, which gives an idea of the extent and uniformity of the subject area of regional land monitoring. The conditions and prerequisites for the realization of a new concept of a regional monitoring system lands are examined. The main characteristics of the regional aerial photography of land monitoring are given. The hierarchical character of system of indicators for monitoring land for all types of objects is defined.

Key words: land monitoring, Central Chernozem Region, aerial photography.

Введение. Разработка содержательных аспектов процесса создания региональной системы мониторинга требует, в качестве первого шага, уточнения содержания и структуры мониторинга земель, формирования модели предметной области автоматизированной системы мониторинга земель (АИС МЗ) региона.

Эффективное природопользование в условиях возрастающих антропогенных нагрузок на геосистемы Центрального Черноземья и воспроизводство природных ресурсов региона может быть организовано лишь на основе анализа всесторонней, оперативной и качественной информации о характеристиках и состоянии элементов характерных ландшафтов. Получение

такой информации осуществляется в рамках геосистемного мониторинга, включающего в качестве составной части мониторинг земель как базовый элемент ландшафтов.

В системе мониторинга земель можно выделить ряд подсистем по различным классификационным признакам [1]:

объектно ориентированные подсистемы (в соответствии с объектами мониторинга - землями различного назначения);

предметно ориентированные подсистемы (по типам информации об объектах мониторинга);

проблемно-ориентированные подсистемы (по специфическим функциям, решаемым в общей технологии мониторинга).

Сложность и многоаспектность процесса мониторинга земель на региональном уровне требует для формирования рационального облика реализующей его организационно-технической системы и разработки технологий мониторинга детального анализа содержания задач по получению, обработке, представлению и использованию информации о состоянии земель и динамике процессов, происходящих в типовых геосистемах. Таким образом, создание системы мониторинга земель в регионе должно предусматривать формирование иерархически организованного множества задач мониторинга, представляющего модель предметной области этой системы. Разработка такой модели может быть проведена с использованием методологии функциональной систематики, представляющей собой учение о разделении множества объектов и процессов на соподчиненные иерархические системы (таксоны) [2].

Применительно к Центральному Черноземью, по нашему мнению, основную функцию мониторинга земель региона и задачу системы мониторинга земель верхнего уровня можно сформулировать следующим образом:

F_0 - получение необходимого количества информации требуемого качества, достаточной пространственной детальности и временной периодичности о состоянии земель региона и характерных негативных процессах для принятия административных и хозяйственных решений.

Первый уровень декомпозиции основной функции мониторинга земель (основной задачи системы мониторинга) целесообразно связать главными служебными функциями мониторинга и задачами системы мониторинга по их реализации:

F_1 - исследование состояния земель различных категорий;

F_2 - исследование закономерностей протекания характерных негативных процессов;

F_3 - информационное обеспечение рационального землепользования и мероприятий по охране земель и почв, государственной контрольной деятельности (Госземконтроля);

F₄ - развитие методологии (совершенствование методов и средств) регионального мониторинга земель;

F₅ - реализация технологий регионального мониторинга земель.

Дальнейшая детализация функций мониторинга должна осуществляться в следующих направлениях.

Декомпозиция функции F₁ осуществляется в направлении выделения задач объектно ориентированных подсистем мониторинга в соответствии с принятой классификацией категорий земель:

F₁₁ - исследование состояния земель сельскохозяйственного назначения;

F₁₂ - исследование состояния земель населенных пунктов;

F₁₃ - исследование состояния земель промышленности, связи, транспорта, энергетики, обороны и других систем материального производства;

F₁₄ - исследование состояния земель особо охраняемых территорий (природоохранного, природно-заповедного, рекреационного и историко-культурного назначения);

F₁₅ - исследование состояния земель водного фонда;

F₁₆ - исследование состояния земель лесного фонда;

F₁₇ - исследование состояния земель запаса.

Декомпозиция функции F₂ осуществляется в направлении выделения частных функций мониторинга основных типов негативных процессов, характерных для земель Центрально-Черноземного региона:

F₂₁ - исследование процессов переуплотнения и слитизации;

F₂₂ - исследование процессов эрозии;

F₂₃ - исследование процессов переувлажнения и подтопления;

F₂₄ - исследование процессов засоления;

F₂₅ - исследование процессов загрязнения вредными химическими элементами (тяжелыми металлами) и соединениями;

F₂₆ - исследование процессов загрязнения пестицидами и метаболитами;

F₂₇ - исследование процессов загрязнения радионуклидами;

F₂₈ - исследование процессов загрязнения промышленными и хозяйственными отходами;

F₂₉ - исследование процессов деградации земель.

Функция F₃ включает:

F₃₁ - информационное обеспечение земельного кадастра;

F₃₂ - информационное обеспечение планирования природоохранных мероприятий и мероприятий по защите земель и почв;

F₃₃ - контроль за использованием земель;

F₃₄ - контроль за качеством природоохранных мероприятий и мероприятий по защите земель и почв.

Декомпозиция функции F₄ может быть осуществлена в направлении выделения частной функции совершенствования основных методов мониторинга земель и аппаратуры, их реализующей:

F₄₁ - развитие космических методов и средств мониторинга земель;

F₄₂ - развитие авиационных методов и средств мониторинга земель;

F₄₃ - развитие наземных методов и средств наблюдений и измерений для мониторинга земель;

F₄₄ - развитие методов и средств обработки результатов мониторинга земель;

F₄₅ - развитие методов и средств картографического обеспечения мониторинга земель;

F₄₆ - создание сети полигонов для отработки методов и средств мониторинга земель, получения калибровочных данных о состоянии типовых объектов мониторинга и особенностях протекания характерных для региона негативных процессов;

F₄₇ - обоснование периодичности наблюдений для анализа изменения текущего состояния земель и отслеживания тенденций протекания негативных процессов;

F₄₈ - обоснование детальности обследований пространственно распределенных объектов мониторинга.

Декомпозиция функции F₅ осуществляется в направлении выделения служебных функций, реализуемых проблемно-ориентированными подсистемами мониторинга земель в соответствии с частными этапами технологической схемы проведения мониторинга земель:

F₅₁ - постановка задач наблюдений (эксперимента);

F₅₂ - разработка методик и построение алгоритмов проведения наблюдений (экспериментов);

F₅₃ - выбор технических средств;

F₅₄ - построение алгоритма управления;

F₅₅ - отладка программного обеспечения;

F₅₆ - проведение наблюдений (эксперимента);

F₅₇ - обработка полученных данных;

F₅₈ - построение моделей исследуемых объектов и процессов;

F₅₉ - получение результата и его представление заказчику в форме, удобной для принятия решений.

Каждая из функций регионального мониторинга земель второго уровня (F_{ij}) подлежит дальнейшей декомпозиции.

Так, например, функции F_{1j} - исследования состояния земель различных категорий, могут быть разделены на отдельные подфункции в соответствии с пространственным масштабом проводимых работ по мониторингу земель:

F_{1j1} - исследование состояния земель j -й категории в рамках региона в целом;

F_{1j2} - исследование состояния земель j -й категории в рамках отдельного субъекта Российской Федерации (области);

F_{1j3} - исследование состояния земель j -й категории на территории административного района.

Функции F_{2k} - исследования закономерностей протекания k -го негативного процесса могут быть разделены на отдельные подфункции по исследованию отдельных показателей, характеризующих закономерности протекания этих процессов. Например, декомпозиция функции F_{22} - исследование процессов эрозии, может быть осуществлена следующим образом:

F_{221} - исследование процессов линейной эрозии:

F_{2211} - исследование густоты овражно-балочной сети (км/км);

F_{2212} - исследование овражности (га/км);

F_{2213} - исследование глубины вреза овражно-балочной сети;

F_{222} - исследование процессов плоскостной эрозии:

F_{2221} - исследование водной плоскостной эрозии (смытости);

F_{2222} - исследование ветровой плоскостной эрозии (дефляции);

F_{223} - исследование процессов тропинчатой эрозии:

F_{2231} - исследование степени тропинчатости;

F_{2232} - определение средней ширины троп;

F_{2233} - определение среднего расстояния между тропами.

Аналогичным образом может быть осуществлена декомпозиция и других функций регионального мониторинга земель второго уровня (F_{ij}).

Следует отметить, что представленный выше иерархически организованный перечень функций регионального мониторинга (не являясь исчерпывающим и окончательным) дает представление о масштабах и разнообразии предметной области регионального мониторинга земель. Принципиальная открытость этого множества функций (возникновение новых и дальнейшая детализация известных и соответствующих задач, решаемых региональной системой мониторинга земель, при проведении конкретных обследований и наблюдений) требуют специальных подходов к созданию этой системы и ее осуществлению.

При создании единых интегрированных информационных систем поддержки управления регионов на базе глобальной вычислительной сети (создаваемой, например, в рамках принятых Программ информатизации областей ЦЧР) должно предусматриваться выделение специальных каналов и информационных слоев - баз данных в интересах обслуживания АИС МЗ.

При создании и функционировании региональных АИС МЗ в максимальном объеме должны использоваться конверсионные возможности организаций военно-промышленного комплекса, и прежде всего научно-исследовательских и испытательных организаций Минобороны, предприятий радиоэлектронного комплекса, вузов и конструкторских бюро.

Поведение АИС в общей структуре МЗ на региональном и локальном уровнях определяется выполнением внешне обусловленных задач, которые реализуют ее потребительские свойства и отвечают ее функциональному назначению. Они являются понятийными внешне системными характеристиками, которые дополняются количественными внешне системными характеристиками - требованиями к техническим и другим параметрам, а также показателям эффективности системы. Требования к АИС МЗ задаются в виде границ допустимых значений. Под параметрами системы здесь понимаются такие характеристики, которые не зависят от условий функционирования и объективно присущи системе. Под показателями эффективности понимаются точностные и вероятностно-временные характеристики процесса принятия решений, которые зависят как от параметров системы, условий проведения наблюдений и характера исследуемых объектов мониторинга. Из перечня внешнесистемных характеристик обычно выделяют стоимостные, энергетические и массогабаритные требования, которые носят характер основных ограничений при проектировании и создании системы. В табл. 1 приведен примерный перечень внешнесистемных характеристик, отвечающий сложившейся в настоящее время систематике показателей мониторинга земель (табл. 1).

Таблица 1.

**Структура перечня внешнеобусловленных задач и
внешнесистемных требований**

№№ п/п	Формулировки внешнеобусловленных задач	Основные внешнесистемные требования
1	Наблюдение за состоянием заданного перечня объектов мониторинга и динамикой происходящих в них изменений	Перечень объектов мониторинга $\{O_i\}_{i=1}^L$ по различным признакам классификации. Стоимостные, массогабаритные, энергетические ограничения ($C \leq C_0, M \leq M_0, E \leq E_0$)
2	Оценка заданного перечня показателей (параметров) состояния земель для каждого из объектов мониторинга в интересах обеспечения государственного земельного кадастра. Проведение соответствующего картографирования	Перечень параметров _____ $\{Y_{ij}, j = 1, n_{yi}\}_{i=1}^L$ Допустимая точность и достоверность измерения _____ $\{\sum_{yij} \leq \sum_{yi0j}, P_{yij} \geq P_{yi0j}, j = 1, n_{yi}\}_{i=1}^L$ Периодичность измерений и точность картографирования.
3	Оценка заданного перечня показателей (параметров) состояния земель и динамики их изменения для выявления негативных процессов (в том числе в интересах Госземконтроля). Проведение соответствующего картографирования	Перечень параметров _____ $\{Z_{ij}, j=1, n_{zi}\}_{i=1}^L$ Допустимая точность и достоверность измерения _____ $\{\sum_{zij} \leq \sum_{zi0j}, P_{zij} \geq P_{zi0j}, j = 1, n_{zi}\}_{i=1}^L$ Периодичность измерений и точность картографирования.
4	Выявление и распознавание типа критических и чрезвычайных ситуаций природного, экологического и техногенного характера.	Допустимый уровень вероятности и времени принятия решений $\{P_{pi} \geq P_{p0i}, T_{pi} \geq T_{p0i}\}_{i=1}^L$

Развернутый семантический, картографический, нормативно-правовой анализ полученных результатов позволяет сформулировать основные качественные и количественные требования к системе показателей мониторинга земель.

Все вышеизложенное позволяет сделать краткие выводы.

1. Основные типы объектов мониторинга классифицируются на различных уровнях в соответствии с ландшафтно-экологическими, административно-территориальными, производственно-хозяйственными и правовыми признаками. В рамках каждой категории возможно проведение дополнительной типизации объектов. Однако на самом нижнем уровне желательно определить объекты мониторинга как неделимые земельные единицы, которые задаются правовыми границами и характером использования, которые потом в тех или иных сочетаниях входят в объекты мониторинга, определяемые по тем или иным признакам на высших уровнях.
2. Система показателей мониторинга по всем типам объектов носит иерархический характер в соответствии с задачами мониторинга на региональном, локальном и объектном уровнях, принятым административно-территориальным делением и структурой действующих служб и ведомств.
3. При ведении мониторинга на региональном, локальном и объектном уровнях должна быть обеспечена совместимость показателей с землеустройством, государственным земельным кадастром аналогичного уровня посредством идентификации первичных учетных единиц землепользования (в правовом и/или хозяйственном аспектах), целостность которых определяется правовыми признаками, характером использования, географическими границами.

Определение объектов и показателей мониторинга на всех уровнях должно быть ориентировано на то, что эти объекты являются одновременно объектами защиты от воздействия негативных процессов и явлений чрезвычайного характера. Соответственно вводятся показатели мониторинга, характеризующие динамику изменения состояния земель. Точностные характеристики измерения показателей мониторинга земель должны обосновываться исходя из заданного уровня достоверности принятия решений по степени деградации земель и развития негативных процессов как требующих наибольшей чувствительности анализа состояния земель и динамики его изменения.

При уровне достоверности принятия решений о степени деградации земель в соответствии с утвержденными и согласованными Роскомземом, Минприроды, Минсельхозпродом РФ «Методическими рекомендациями по выявлению деградированных и

загрязненных земель» от 27.03.95 г. не менее 0,9 точность измерения параметров и характеристик, определяемая по соответствующей методике, должна составлять:

для группы показателей состояния почвенного покрова и агроистощения - 1...3%;

для группы показателей линейной эрозии и каменистости - 0,5...1%;

для группы показателей грунтовых вод, подтопления и заболачивания - 2...5%;

для группы показателей засоления и осолонцевания - 0,1...1%;

для группы показателей загрязнения земель химическими веществами (тяжелыми металлами и пестицидами) - 5...10% от уровня ПДК.

Список литературы

1. Береза Г.В., Савченко С.В., Серебрякова Е.Д., Русинов П.С. Космическая информация и ее роль при экологическом картографировании состояния земельных ресурсов // Экологический вестник Черноземья. – 1997. - Вып. 5. – 77 с.
2. Макеев З.А. Основные типы рельефа земной поверхности в изображении на картах. – М., 1945.
3. Попело В.Д., Русинов П.С., Сирота А.А. Некоторые положения методологии создания автоматизированных информационных систем мониторинга земель // Информационное обеспечение рационального использования земель / под ред. В.Я. Замятина и П.С. Русинова. – Воронеж : Истоки, 1996. – 58 с.
4. Рекс Л.М., Русинов П.С., Умывакин В.М. Автоматизированная методика комплексного природно-хозяйственного районирования территории для целей мониторинга и управления земельными ресурсами в ЦЧР : препринт / Черноземный институт мониторинга земель и экосистем. – Воронеж, 1999. – 32 с.
5. Рекс Л.М., Русинов П.С., Умывакин В.М. Автоматизированная методика формирования перечня существенных показателей геообъектов на основе анализа иерархических структур природно-хозяйственных условий территории региона : препринт / Черноземный институт мониторинга земель и экосистем. – Воронеж, 1999. – 21 с.

Рецензенты:

Постолов В.Д., д.с.-х.н., профессор кафедры землеустройства и ландшафтного проектирования Воронежского государственного аграрного университета им. императора Петра I, г. Воронеж.
Зелепугин А.Д., д.э.н., профессор кафедры мировой и национальной экономики Воронежской государственной лесотехнической академии, г. Воронеж.