

УПРАВЛЕНИЕ ЛЕСАМИ, ЛЕСОУСТРОЙСТВО И ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ЛЕСНОМ ХОЗЯЙСТВЕ

УДК 528.8:630*182.48

А. Н. Червань¹, М. Л. Романова², В. Л. Андреева³, И. А. Ефимова⁴

¹РУП «Институт почвоведения и агрохимии»

²Институт экспериментальной ботаники имени В. Ф. Купревича НАН Беларуси

³Белорусский государственный педагогический университет имени Максима Танка

⁴Белорусский государственный университет

ПРИМЕНЕНИЕ ГЕОСИСТЕМНОГО ПОДХОДА К АНАЛИЗУ СТРУКТУРЫ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА В ОТНОШЕНИИ ЗАДАЧ СЕЛЬСКОГО И ЛЕСНОГО ХОЗЯЙСТВА

Отсутствие единой пространственной единицы, инварианта с системным характером распространения в методиках учета, оценки и мониторинга природных ресурсов затрудняет рациональное природопользование на всех административных уровнях хозяйствования. Почвенные комбинации, являющиеся подсистемами геосистем и обладающие детерминированной местными природными условиями структурой, позволяют провести качественный учет природно-ресурсного потенциала с последующей оценкой и мониторингом, прогнозирование экологических и экономических рисков. В свете активно внедряемых в практику ГИС-технологий геосистемный подход имеет особые преимущества, так как принципы построения объектно-ориентированных баз данных в среде ArcInfo тесно связаны с природной организацией структуры почвенного покрова любой территории.

Ключевые слова: геосистема, почвенная комбинация, структура почвенного покрова, оценка потенциала земельных ресурсов, оценка потенциала лесных ресурсов.

A. N. Chervan¹, M. L. Romanova², V. L. Andreeva³, I. A. Efimova⁴

¹RUE "Institute of Soil Science and Agrochemistry"

²V. F. Kuprevich Institute of Experimental Botany of National Academy of Science of Belarus

³Belarusian State Pedagogical University named after Maxim Tank

⁴Belarusian State University

GEOSYSTEM APPROACH USING FOR ANALYSIS OF THE STRUCTURE OF THE TOPSOIL COVER IN AGRICULTURE AND FORESTRY

The absence of unified spatial unit, invariant with its systematical distribution in methods of account, estimation and monitoring of natural resources complicates rational using of nature at all administrative levels of managing. Soil combinations, as subsystems of geosystems, have deterministic by local conditions character (properties), allow make qualitative account of natural-resource potential with further estimation and monitoring, forecasting ecological and economical risks. The geosystem approach has specific advantages at fast development of geoinformational systems as principles of construction object-multidigraph data bases in format ArcInfo are closely connected with natural organizing topsoil cover structure of any territory.

Key words: geosystem approach, soil combination, structure of the topsoil, and potential assessment, forest resource potential assessment.

Введение. В структуре природно-ресурсного потенциала Беларуси значительная часть принадлежит почвенно-земельным ресурсам, эксплуатируемым аграрным и лесным секторами экономики.

Основу концепции адаптивного землепользования составляет территориальный подход к

учету, оценке и мониторингу почвенно-земельных ресурсов республики. Сущность подхода заключается в использовании типизированных пространственных единиц (геосистем), представляющих собой природно-функциональное организованное единство инертных, мобиль-

ных и биотически активных компонентов окружающей среды, связанное с физической поверхностью Земли [1, 2, 3].

В качестве природных систем, однородных по комплексу общих признаков, предлагается использование почвенных комбинаций (ПК), поскольку наличие конкретной структуры у почвенного покрова (СПП) является доказательством получения и хранения определенной информации из внешней среды. Следовательно, почва есть функция внешних по отношению к ней факторов, и она является основой информации о геосистеме [4, 5]. На значение структуры почвенного покрова (СПП) для характеристики земельных ресурсов, типологического районирования указывали многие авторы [5–9].

Хозяйственным аналогом ПК и территориальной единицей инвентаризации почвенно-земельных ресурсов является тип земель (ТЗ), характеризующийся общностью свойств природных систем, единством ресурсного потенциала и реакцией на антропогенные воздействия [5, 10, 11]. Следовательно, картографическое описание СПП является инвариантом состояния природно-ресурсного потенциала территории.

Объектом исследования выступают ТЗ в границах Городокского, Ушачского и Браславского (сельскохозяйственный производственный кооператив (СПК) «Межаны») районов.

В качестве методологической основы применялся системный подход, основанный на геоинформационном анализе базы данных (БД) СПП в формате ArcInfo, объединившей природную семантику ПК как единиц геопространственного анализа, с математическими и логическими методами обработки информации [8]. Построение цифровых моделей рельефа для учета геоморфологических особенностей в границах, выделенных ПК, реализовывалось при помощи модулей ArcGIS Spatial Analyst, 3D-Analyst и Geostatistical Analyst. Идентификация ПК осуществлялась сравнительно-картографическим методом и методом информационного многофакторного анализа СПП по почвенным картам масштаба 1:50 000 и 1:10 000.

Структура БД позволила послойно организовать топологически корректную модель местности с классами зависимых (СПП, отдельные свойства почв) и независимых данных (модель рельефа, данные дистанционного зондирования (ДДЗ)). Векторный формат пространственных классов объектно-ориентированных БД полностью отвечает требованиям моделирования СПП как природной системы, в первую очередь характеризующейся формой (пространственная интерпретация) и содержанием (атрибутивная характеристика).

Основная часть. Для успешного территориального планирования – пространственного сочетания хозяйственной, природоохранной и рекреационной деятельности необходима дифференциация территории на более или менее однородные по комплексу общих признаков природные системы, которые могут являться тестовыми полигонами при проведении дистанционных исследований [12].

Такими операциональными единицами могут служить ПК. Принцип их выделения подробно отражен в схеме типологии земель Беларуси, содержащей принципы дифференциации и номенклатуру почвенных комбинаций (ПК) [5].

В ходе работы проведена коррекция границ ПК СПК «Межаны» на основании изображения космического снимка.

Всего для СПК «Межаны» выявлено 14 ТЗ, на территории Городокского района – 21 геосистема, в Ушачском районе – 17. В других регионах северной части республики выделены ТЗ-аналоги [6, 8], которые указывают на возможность типовых подходов в заложении объектов мониторинга с учетом информации о динамике и эволюции почв [13].

Для каждого ТЗ подобраны карты ключевых участков (М 1:10 000) с целью проведения натурной верификации и проверки корректности картометрического анализа.

В качестве примера учета природных ресурсов можно привести созданные карты СПП, выполненные для СПК «Межаны» в Браславском районе (М 1:10 000), а также Городокского и Ушачского районов (М 1:50 000) Витебской области.

Карты представляют собой визуализированную информацию БД ArcInfo и отражают литологические, геоморфологические, гидрологические особенности земель, позволяя судить о плодородии и, следовательно, определять продукционную способность земель. В соответствии с критериями выделения территория СПК и административных районов была системно разделена на ограниченное количество ПК, закономерно повторяющихся на выделенной территории и обладающих близкими характеристиками с позиций дальнейшего использования.

Геометрия почвенных ареалов отражает сложный «лопастной» характер почвенного покрова ключевого участка (рис. 1), в котором хорошо различимы изолированные контуры автоморфных почв (№ 4, рис. 1) и довольно широкие сточные ложбины с дерново-подзолистыми супесчаными почвами (№ 3, 4), склоны на севере и востоке участка прорезают две глубокие сточные ложбины с дерново-подзолистыми временно избыточно увлажненными супесчаными почвами (№ 8). Фон образуют дерново-подзолистые супесчаные почвы (№ 2).

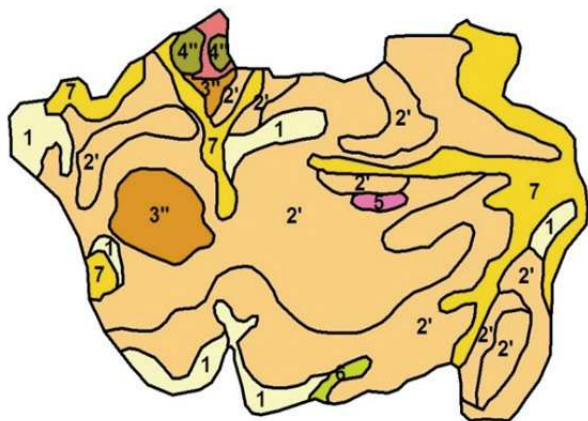


Рис. 1. Водораздел выпуклый высокий на песках и супесях, подстилаемых песками (участок СПК «Межаны», Браславский район, М 1:10 000):

1 – почвы дерново-подзолистые супесчаные на мощных связных супесях – 50% и тех же супесях, подстилаемых песками с глубины 0,7–1,0 м, – 50%;
 2 – дерново-подзолистые эродированные супесчаные на мощных связных супесях – 50% и тех же супесях, подстилаемых песками с глубины 0,7–1,0 м, – 50%;
 3 – дерново-подзолистые эродированные супесчаные на связных супесях, сменяемых песками с глубины 0,3–0,5 м; 4 – дерново-подзолистые песчаные на связных песках, сменяемых рыхлыми песками с глубины 0,2–0,3 м, слабосмытые;
 5 – дерново-палево-подзолистые суглинистые на мощных пылеватых (лессовидных) суглинках;
 6 – дерново-подзолистые временно избыточно увлажненные супесчаные почвы на мощных связных супесях – 50% и тех же супесях, подстилаемых песками с глубины 0,7–1,0 м, – 50%;
 7 – дерново-подзолистые глееватые суглинистые на пылеватых (лессовидных) легких суглинках

На основе анализа ПК были оценены экологические риски в пределах тридцати километровой зоны, отведенной под строительство АЭС (Островецкий район). Для каждого ТЗ установлены виды-эдификаторы, выполняющие средообразующие функции биогеоценоза. Показатели устойчивости геосистем определены через характер поверхностного стока (способность к самоочищению) и способность почв к необменному поглощению загрязнителей [13].

Для осуществления мониторинга природных ресурсов по закономерному организованному ПК эффективным методом является использование ДДЗ: аэрофотоснимков, аэрофотопланов, космических снимков различной разрешающей способности.

Геоинформационная инвентаризация и статистико-картометрический анализ ПК позволяют осуществить учет, оценку и прогнозировать хозяйственное использование ресурсов территории.

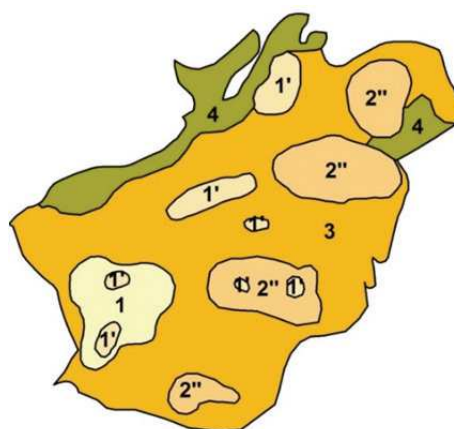


Рис. 2. Водораздел плоский высокий на двухслойных с водоупором почвообразующих породах (участок СПК «Межаны», Браславский район, М 1:10 000):

1 – почвы дерново-подзолистые эродированные супесчаные на рыхлых супесях, сменяемых с глубины 0,3–0,4 м песками, подстилаемых с глубины 0,6–0,9 м моренными суглинками; 2 – дерново-подзолистые эродированные песчаные на связных песках, сменяемых с глубины 0,2–0,4 м рыхлыми песками, подстилаемых с глубины более 1,0 м моренными суглинками; 3 – дерново-подзолистые временно избыточно увлажненные супесчаные на легких супесях, сменяемых с глубины 0,3–0,4 м песками, подстилаемых с глубины 0,6–0,9 м моренными суглинками;
 4 – дерново-подзолистые глееватые супесчаные на рыхлых супесях, сменяемых с глубины 0,3–0,4 м песками, подстилаемых с глубины 0,6–0,9 м моренными суглинками

Выводы. Сочетание геопространственного анализа модели рельефа, цифровых почвенных, ландшафтных и карт растительности в БД СПП позволяет осуществлять автоматизированный учет природных ресурсов. Информационная насыщенность разномасштабных почвенных карт дает право проводить инвентаризацию СПП в границах ПК, применить оценку бонитета почв с учетом природной неоднородности территории. Оценка выполняется в БД в полуавтоматическом режиме на основании картометрического анализа ПК. Результаты оценки группируются по баллам, каждая ПК получает ранг. Подход позволяет сформировать основу территориального планирования любой административной единицы или землепользования с учетом экологических и экономических рисков направления природопользования. Наличие классификаторов отражательной способности поверхности ТЗ позволяет проводить мониторинг состояния почвенного покрова на основе ДДЗ и прогнозировать последствия хозяйственной деятельности.

В лесохозяйственном использовании имитационные модели геосистем определяют оптимальные сценарии развития биогеоценозов.

Исследования СПП в качестве инварианта открывают пути для количественных методов учета и оценки природных ресурсов, моделирования географических процессов и структур, мониторинга и прогнозирования качественных и количественных изменений с привлечением последних разработок в области

геоинформатики и данных дистанционного зондирования.

Геосистемный подход представляет собой пространственную форму учета природных ресурсов, предлагает оценку ПРП на основе статистико-картометрического анализа, обеспечивающего возможность расчетного планирования мероприятий (определить категорию использования земель в сельском и лесном хозяйствах).

Литература

1. Арманд А. Д. Самоорганизация и саморегулирование географических систем. М.: Наука, 1988. 261 с.
2. Кузьмин С. Б. Методология геосистемных исследований в русле диалога естественных и гуманитарных наук // *Общ.-во. Среда. Развитие (Terra Humana)*. 2018. Вып. 1, № 46. С. 112–122.
3. Сочава В. В. Введение в учение о геосистемах. Новосибирск: Наука, 1978. 319 с.
4. Горбачев В. Н., Бабинцева Р. М. Память почв – показатель и носитель информации об эволюции экологических условий // *Ульяновский медико-биологический журнал*. 2011. № 4. С. 104–110.
5. Кауричев И. С., Романова Т. А., Сорокина Н. П. Структура почвенного покрова и типизация земель. М.: МСХА, 1992. 152 с.
6. Андреева В. Л. Инвентаризацыя і ацэнка глебава-лясных рэсурсаў // *Весці БДПУ. Сер. 3*. 2005. № 1. С. 54–58.
7. Качков Ю. П. Почвенно-экологическое микрорайонирование и типология земель как основа формирования ландшафтно-адаптивных систем земледелия // *Природные ресурсы*. 2012. № 1. С. 38–45.
8. Червань А. Н. Геосистемный подход к организации природопользования в переувлажненных агроландшафтах (на примере СПК «Ловжанский» Витебской области Беларуси) // *Научные ведомости Белгородского государственного университета. Сер. Естественные науки*. 2016. Вып. 37, № 25 (246). С. 143–155.
9. Шаповалов Д. А., Белоброва Д. А., Белобров В. П. Структура почвенного покрова как информационное обеспечение земельно-оценочных работ и реестра почвенных ресурсов на локальном уровне // *Международный сельскохозяйственный журнал*. 2018. № 2. С. 6–11.
10. Андреева В. Л., Романова М. Л., Червань А. Н. Биогеоценотические исследования подзоны дубово-темнохвойных лесов на основе изучения структуры почвенного покрова // *Труды БГТУ. Сер. 1: Лесное хоз-во*. 2009. Вып. XVII. С. 134–136.
11. Рулев А. С., Юферов В. Г. Термодинамика и моделирование переходных зон в агрогеосистемах // *Известия Нижегородского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование*. 2016. № 1 (42). С. 34–40.
12. Чернов А. В. Мониторинг с помощью ДДЗ и практика регионального управления // *Земля из космоса*. 2010. Вып. 7. Осень. С. 19–27.
13. Романова М. Л., Романовский Ч. А., Червань А. Н. Использование геосистемного подхода в комплексных исследованиях 30-километровой зоны проектируемой АЭС // *Чрезвычайные ситуации: предупреждение и ликвидация: сб. докладов V Междунар. науч.-практ. конф., Минск, 8–9 июля 2009 г. Минск, 2009. С. 251–257.*

References

1. Armand A. D. *Samoorganizatsiya i samoregulirovaniye geograficheskikh sistem* [Self-organization and self-regulation of geographic systems]. Moscow, Nauka Publ., 1988. 261 p.
2. Kuz'min S. B. Methodology of geosystem research in line with the dialogue of natural and human sciences. *Obshchestvo. Sreda. Razvitiye (Terra Humana)* [Society. Wednesday. Development (Terra Humana)], 2018, vol. 1, no. 6, pp. 112–122 (In Russian).
3. Sochava V. V. *Vvedeniye v ucheniye o geosistemakh* [Introduction to the study of geosystems]. Novosibirsk, Nauka Publ., 1978. 319 p.
4. Gorbachev V. N., Babintseva R. M. Soil memory is an indicator and carrier of information on the evolution of environmental conditions. *Ul'yanovskiy mediko-biologicheskii zhurnal* [Ulyanovsk Medical-Biological Journal], 2011, no. 4, pp. 104–110 (In Russian).

5. Kaurichev I. S., Romanova T. A., Sorokina N. P. *Struktura pochvennogo pokrova i tipizatsiya zemel'* [Soil cover structure and tipification]. Moscow, MSKhA Publ., 1992. 152 p.
6. Andreeva V. L. Inventory and assessment of soil and forest resources. *Vestsi BDPU* [Bulletin of the BDPU], series 3, 2005, no. 1, pp. 54–58 (In Russian).
7. Kachkov Yu. P. and [other]. Soil ecological zoning and land typology as the basis to the formation of landscape-adaptive farming systems *Prirodnyye resursy* [Natural Resources], 2012, no. 1, pp. 38–45 (In Russian).
8. Chervan' A. N. and [other]. Geosystem approach to the organization of environmental management in wet agricultural landscapes (on the example of SEC “Lovzhansky”, Vitebsk region of Belarus). *Nauchnyye vedomosti Belgorodskogo gosudarstvennogo universiteta* [Scientific statements of Belgorod State University], series Natural Sciences, 2016, vol. 1, no. 25 (246), pp. 143–155 (In Russian).
9. Shapovalov D. A., Belobrova D. A., Belobrov V. P. The structure of soil cover as information support for land assessment and the register of soil resources at the local level. *Mezhdunarodnyy sel'skokhozyaystvennyy zhurnal* [International Agricultural Journal], 2018, no. 2, pp. 6–11 (In Russian).
10. Andreeva V. L., Romanova M. L., Chervan' A. N. Biogeocenotic studies of the subzone of oak-dark coniferous forests based on the study of the structure of the soil cover. *Trudy BGTU* [Proceedings of BSTU], 2014, no. 1: Forest and Woodworking Industry, issue XVII, pp. 134–136 (In Russian).
11. Rulev A. S., Yuferev V. G. Thermodynamics and modeling of transition zones in agroecosystems. *Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vyssheye professional'noye obrazovaniye* [News of the Nizhnevolzhskiy agrouniversity complex: science and higher professional education], 2016, no. 1 (42), pp. 34–40 (In Russian).
12. Chernov A. V. Monitoring using remote sensing data and the practice of regional management. *Zemlya iz kosmosa* [Earth from space], 2010, vol. 7, pp. 19–27 (In Russian).
13. Romanova M. L., Romanovskiy Ch. A., Chervan' A. N. [The use of the geosystem approach in the comprehensive studies of the 30-kilometer zone of the designed NPP]. *Sbornik dokladov Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii (V Mezhdunarodnuy nauchno-prakticheskay konferentsiy “Chrezvychaynye situatsii: preduprezhdeniye i likvidatsiya”)*. [Collection of reports of the International Scientific Practical Conference (V International Scientific Practical Conference “Emergency situations: prevention and liquidation”)]. Minsk, 2009, pp. 251–257 (In Russian).

Информация об авторах

Червань Александр Николаевич – кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник. РУП «Институт почвоведения и агрохимии» (220108, г. Минск, ул. Казинца, 90, Республика Беларусь). E-mail: chervanalex@mail.ru

Романова Марина Львовна – кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории геоботаники. Институт экспериментальной ботаники имени В. Ф. Купревича Национальной академии наук Беларуси (220072, г. Минск, ул. Академическая, 2, Республика Беларусь). E-mail: ajuga@rambler.ru

Андреева Виктория Леонидовна – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, доцент кафедры географии и методики преподавания географии. Белорусский государственный педагогический университет имени Максима Танка (220089, г. Минск, ул. Советская, 18, Республика Беларусь). E-mail: diversity75@mail.ru

Ефимова Ирина Аркадьевна – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры почвоведения и земельно-информационных систем. Белорусский государственный университет (220030, г. Минск, ул. Ленинградская, 16, Республика Беларусь). E-mail: diversity75@mail.ru

Information about the authors

Chervan' Aleksandr Nikolayevich – PhD (Agriculture), Leading Researcher RUE “Institute of Soil Science and Agrochemistry” (90, Kazintsa str., 220108, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: chervanalex@mail.ru

Romanova Marina L'vovna – PhD (Biology), Leading Researcher Geobotany Laboratories V. F. Kuprevich Institute of Experimental Botany of National Academy of Science of Belarus (2, Academiceskaya str., 220072, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: ajuga@rambler.ru

Andreeva Victoriya Leonidovna – PhD (Agriculture), Associate Professor, Assistant Professor, the Department of Geography and Methods of Teaching Geography. Belarusian State Pedagogical University named after Maxim Tank (18, Sovetskaya str., 220089, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: diversity75@mail.ru

Efimova Irina Arkad'yevna – PhD (Agriculture), Associate Professor, Assistant Professor, the Department of Soil Science and Land Information Systems. Belarusian State University (16, Leningradskaya str., 220030, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: diversity75@mail.ru

Поступила 28.10.2018