

***Мұқанова Г.А., Үмбетжанова Н.Т., Воронова Н.В., Зубова О.А., Оразбаев Ә.Е.**

Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Қазақстан Республикасы, Алматы қ.,
*e-mail: GulzhanatMukanova@gmail.com

ТОПЫРАҚТЫ ЗЕРТТЕУДІҢ ЗАМАНАУИ АҚПАРАТТЫҚ ЖҮЙЕЛЕРІ

Мақалада қазіргі уақыттағы топырақ туралы мәліметтерді ақпараттық талдау және олардың ұстанымдары тұжырымдалады, ол біртекті құрылым элементтері бар ішкі қарым-қатынас арқылы жүзеге асырылатыны жазылады. Топырақ деректерін сақтау нысандары, көрнекі немесе электронды болады. Соңғы жылдары топырақтың мәліметтерін ақпараттық талдаудың семантикалық үлгі түрі дамыған. Осыған сәйкес бірыңғай ақпараттық кеңістік семантикасын рәсімдейтін топырақтың құрылымдық элементтерімен топырақ қасиеттерінің көрсеткіштері сипатталады.

Ақпараттық жүйелер топырақ мәліметтерін үлкен мөлшерде сақтауға және қайта өңдеуге мүмкіндік береді. Сонымен қатар, топырақты ақпаратты зерттеудің бағдарламаларының сипаттамалары келтірілген. Топырақты ақпаратты зерттеудің жаһандық модельдеу және зерттеу жолдары көрсетілген.

Қазіргі заманғы топырақ мәліметтері үшін ақпаратты технологияларды пайдалану шетелдік зерттеулерде, қазіргі буынның қолданысындағы үш компоненттің маңызды екенін көрсетеді: геоақпараттық жүйелерді қамтамасыз ету, кеңістіктік зерттеуге мүмкіндік беретін мәліметтер, топырақтың физикалық-химиялық қасиетін, қызметін, морфологиясын сипаттайтын мәліметтер қоры. Интернет жүйесінің қағидаларын пайдалану, көпжақты интернет режимі мен нақты уақыттағы қол жетімді жүйе.

Топырақты ақпаратты зерттеудің шет елдік нұсқасы қарқынды дамығанына қарамастан, мәтіндік нұсқадан «қағаздағы» электронды түрге айналдыруда, топырақтағы бастапқы ақпараттардың мәнін сақтау өзекті мәселеге айналды.

Түйін сөздер: SOTER ақпараттық жүйесі, Жаһандық үлгі, CanSIS ақпараттық жүйесі, ақпаратты талдау, ASRIS деректері.

***Муканова Г.А., Умбетжанова Н.Т., Воронова Н.В., Зубова О.А., Оразбаев А.Е.**

Казахский национальный университет имени аль-Фараби,
Республика Казахстан, г. Алматы, *e-mail: GulzhanatMukanova@gmail.com

Современные информационные методы исследования почв

В статье приведены современные анализы исходных данных и информации, которые в настоящее время обрабатываются посредством внутренних отношений с однородными элементами структуры. Почвенная информация хранится в визуальном или электронном виде. В последние годы была разработана семантическая модель данных о почвах, поэтому их характеристики описываются элементами структуры почвы, которая формирует семантику единого информационного пространства. Информационные системы позволяют хранить и обрабатывать большие объемы почвенных данных, а также в статье приведено описание разных программ исследований почв. Представлены глобальные методы моделирования и исследования почвенной информации.

Исследование современного состояния зарубежных разработок в области использования информационных технологий для работы с почвенными данными показало, что наиболее актуальными являются почвенные информационные системы третьего поколения, в которых присутствуют три компонента: геоинформационные системы, дающие возможность работы с пространственными данными; реляционные базы данных, обеспечивающие функциональность работы с множеством морфологических и физико-химических показателей свойств почв; и ис-

пользующие принципы сети Интернет, что обеспечивает доступ к системе в реальном времени и многопользовательском режиме.

Невзирая на стремительное развитие зарубежных почвенных информационных систем, остается актуальной проблема сохранения первичного смысла исходной информации почвах при переводе почвенной информации из текстового, «бумажного» формата в электронную форму.

Ключевые слова: информационная система SOTER, глобальное моделирование, информационная система CanSIS, информационный анализ, данные ASRIS.

*Mukanova G.A., Umbetzhanova N.T., Voronova N.V., Zubova O.A., Orazbayev A.E.

Al-Farabi Kazakh National University, Kazakhstan, Almaty,

*e-mail: GulzhanatMukanova@gmail.com

Modern information methods of study of soils

The article presents modern analyses of the baseline data and information that are currently processed by internal relations with homogeneous elements of a structure. Soil information is stored in a visual or electronic form. In the last years was developed the semantic data model of the soils, so their characteristics are described by elements of soil structure, which forms the semantics of a single information space. Information systems allow to store and process large amounts of soil data. But the article also describes the different research programmes of the soil. Presented by global modeling techniques, and studies of soil information.

A study of the current state of foreign developments in the use of information technology to work with the soil data showed that the most relevant are soil information system of the third generation, in which there are three components: geographic information system enabling work with spatial data; a relational database that provides the functionality of multiple morphological and physico-chemical parameters of soil properties; and use the principles of the Internet, which provides access to the system in real-time and multiplayer mode.

Despite the rapid development of foreign soil information systems, remains an urgent problem of preserving the primary sense of the original soil information in the translation of soil information from a text, paper format into electronic form.

Key words: SOTER information system, global modeling, CanSIS information system, information analysis, ASRIS data.

Қазіргі уақытта топырақ туралы мәліметтердің ақпараттық талдаулары және алынған ақпараттар қванттау ұстанымымен тұжырымдалады да, біртекті құрылым элементтері бар ішкі қарым-қатынас арқылы жүзеге асырылады. Топырақ деректерін сақтау нысандары ауызша, көрнекі немесе электронды болады. Соңғы жылдары топырақ мәліметтерін ақпараттық талдауда семантикалық модель дамыған. Осыған сәйкес бірыңғай ақпараттық кеңістік семантикасын рәсімдейтін топырақтың құрылымының элементтерімен топырақ қасиеттерінің көрсеткіштері сипатталады.

Бастапқы ақпараттық моделі түпнұсқа түрінде жүзеге асырылады, оның семантикалық қатынастардағыдай сипаттайтын, топырақ қасиеттерінің көрсеткіштері мәндерін анықтайтын әдістері және топырақ нысандарын сипаттайтын атауларымен, көрсеткіштері – негізгі ұғымдардың арасында туындайды. Бұл модель бастапқы деректі қор түрінде жүзеге асырылады, ол топырақты ақпаратты зерттеу жүйесінің іргелі бөлігі болып табылады (Ханина Л.Г., 2006: 75).

Ақпараттық жүйелер топырақ мәліметтерін үлкен мөлшерде сақтауға және қайта өңдеуге мүмкіндік туғызады. Нәтижелерді біріктіруге мүмкіндік беретін, ақпараттық жүйелер бастапқы моделді құрастырылған дерекқор негізінде жасайды да, топырақтың қасиеттерін сипаттап, бір жүйеде орнатылған нақты алгоритмдер негізінде ресми логиканы пайдалану арқылы олардың арасындағы өзара іс-қимылды қамтамасыз ететін, теориялық деректердің шексіз жиынтығымен жұмыс істеуге мүмкіндік береді (Хомяков Д.М., 2005: 68).

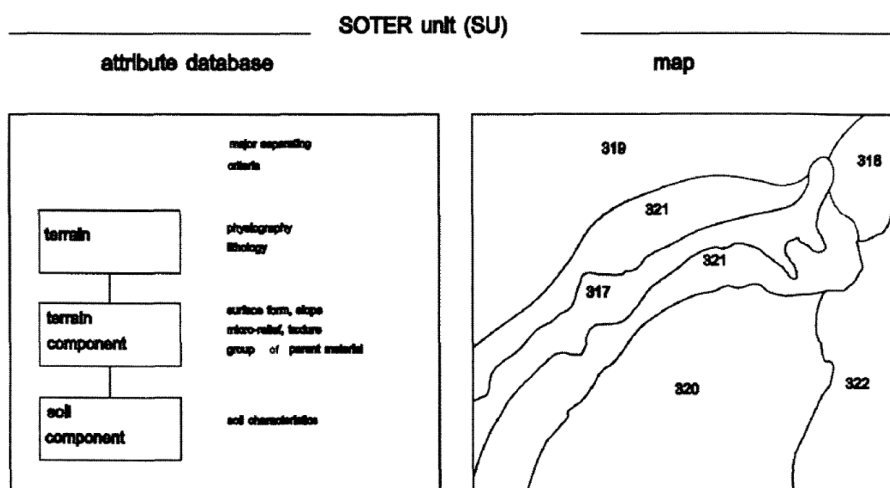
Топырақты зерттеудің SOTER ақпараттық жүйесі аумақтың және топырақтың бүкіләлемдік сандық мәлімет қоры (Global Soil and Terrain Database) электрондық қоры. SOTER бағдарламасы – дүниежүзілік жер қыртысы мен территориясының электрондық қор деректерінің сандық базасының стандартты үлгі бойынша сандық картасын жасайды. Жер қыртысы мен территориясы туралы деректердің әлемдік базасын әзірлейді. Бастапқыда базалық қор ғаламдық негізін жасау қажеттілігі мәселесі 1984ж. басталды, ал екі жыл өткен соң (FAO),

(UNEP) және (ISRIC) осы жоба бойынша жұмыс жасай басталды. Жүйені дамыту ISRIC пен көптеген ұлттық топырақ институттарының ынтымақтастығының көмегімен жүргізілді. SOTER әлемдік жүйе ретінде ойластырылғандықтан топырақтық WRB саралау жүйесі қолданылды. SOTER жұмысының қорытындысы бойынша әлемнің негізгі топырақ қорларының картасы әзірленетіні жобаланды (Хомяков Д.М., 1996: 48).

Жаһандық модельдеу және зерттеу жолында негізгі шектеулерді игеру үшін жоба бастамашылық етіледі. Ол картографиялау негізінің әмбебап жүйесі жер қыртысы мен ландшафттар деректерінің әлемдік сандық базасы ретінде ойластырылған және топырақ пен ландшафтарының белгілерінің жиынтығының ең негізгі қажеттілігін анықтау үшін қажет етілетін, топырақ қорының картасын жасау үшін маңызды (Хомяков П.М., 2000: 115). Бұл жоба арқылы тағам

өнімдерін шығару, климаттың өзгеруі, өзен ағындары, үй малдарын жіктеу, ландшафттарды конструкциялау мен жер қорларын жалпы басқару, топырақ пен ландшафт қорлары туралы ақпараттарды модельдеуді қамтамасыз етуге болады. Сондай-ақ топырақтану қоғамдастығын білім беру құралдарымен қамтамасыз ету, картография, классификация, топырақты талдау мен топырақ қоры туралы ақпараттарды түсіндіру үшін келісілген нормалар мен ережелерді қамтамасыз ете алады.

Іс жүзінде SOTER тек топырақты ғана зерттеп қоймайды, ол әдістемелік немесе тұжырымдама негізінде қолданылатын жүйе. Бұл бағдарлама арқылы топырақты зерттеуші өзінің жеке ақпараттық жүйесін жасай алады. SOTER жобасының түрлі нұсқасы бар, олар жобаны жетілдіру дәрежелеріне қарай өзгертеді. Әр нұсқа жоба туралы жаңа құжатпен белгіленген (сурет-1,2). (Флоринский И.В., 2012: 502).



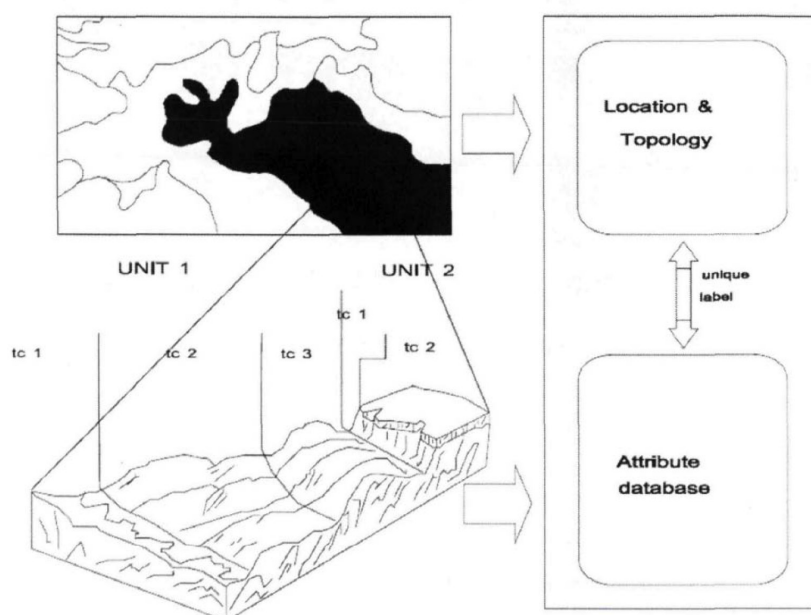
1-сурет – SOTER бірлігінің аумақтық компоненттері мен бөлудің негізгі критерийлерін құрайтын арасындағы арақатынасы

SOTER бағдарламасы арқылы топырақ және аумақтың компоненттерін сәйкестендіру жүргізіледі. Сонымен қатар, картаның масштабына байланысты, территорияның әр карталанатын компоненттері нақты топырақ бірлігі мен топырақкешендері ретінде қаралады (Lagacherie P., 2006: 14).

SOTER деректер базасы биотекті әдістеме бойынша шығарылған FAO, UNEP және IUSS арқылы бекітілген және ақпаратты енгізу/шығару үшін стандартты бағдарламалық қамтамасыз етуді жүзеге асырады (2-сурет). Айта кету керек, қателер мен дәлсіздіктерді іздеу мақсатында, талданатын деректер жүйесінде әр түрлі статис-

тикалық әдістердің көмегімен іске асады және әр түрлі зертханаларда деректердің нақтылығын тексереді. Үйлестіру процесінде жоғалған немесе керексіз болатын «бос» құндылықтар, автоматты түрде арнайы әзірленген әдістемелер көмегімен қалпына келтіріледі (Lambert J.J., 2003: 62).

SOTER деректері өте көп әр түрлі практикалық қосымшалар үшін пайдаланылады, азық-түлік сапасын және топырақтың тозуын бағалайды. Сонымен қатар топырақтың ластануы мен органикалық көміртегі құрамының осалдығын модельдеудің ұлттық және жергілікті деңгейлеріндегі өзгеруін де қадағалайды (Mantel S., 2003: 148).

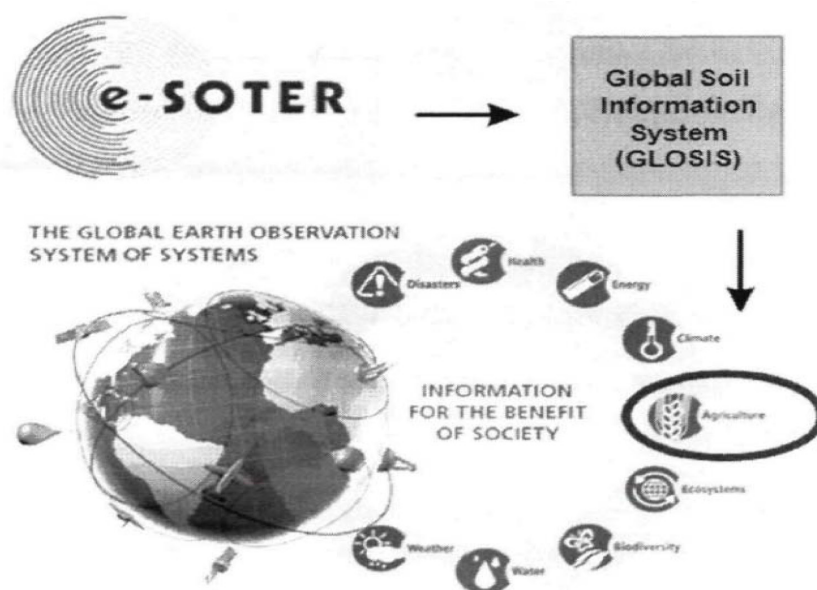


2-сурет – SOTER бірліктері, аумақ компоненттері, атрибуттар және оны деректер базасында үлестіру

SOTER әдістемесі көптеген елдерде сыналған, онда эксперименттік алаңдарда тиімділігі бағаланған. Шығындарын және уақытын қысқарту тұрғысында SOTER технологиясын пайдаланудың тиімді екені, жұмыс барысында анықталды.

Әлі күнге дейін бұл жоба даму барысында. SOTER атауын алып, жаңа әдістемесі жасалып жатыр. Жобаның жұмыс тобына Еуропадағы, Қытайдағы және Мороккодағы ISRIC, JRC және FAO атты қоғамдық қорлар мен 14 ғылыми орталықтар енген. e-SOTER жобасының түп-

кі мақсаты - Global Earth Observation System of Systems (GEOSS)-нің бөлігі болатын, Global Soil Information System (GLOSIS) жүйесін жасауға үлес қосу (McBratney A.B., 2003: 14). Сонымен қатар Жердегі жаһандық процестерді зерттеуді дамытуға қолдау болатын құралдарды іздеу үшін бағытталған. Нәтижесінде - нақтылы уақытта ақпараттың жан-жақты ағынын өңдейтін және пайдаланушылардың кең ауқымын талдайтын, әлемнің қоғамдық инфрақұрылымды интернетіне қолжетімді болады (3-сурет).



3-сурет – e-SOTER, GLOSIS және GEOSS (Global Earth Observation System of Systems – GEOSS).

Бұл бағдарлама базадағы автоматты режимді сақтап, мәліметтерді анықтауды арттырады және деректердің дәлдігін жақсартады.

Топырақты талдаудың CanSIS ақпараттық жүйесі Канадалық (CanSIS) топырақ шаруашылық саласындағы ақпаратты жүйенің ғылыми-зерттеу орталығы азық-түлікпен қамтамасыз ету үшін топырақ деректер базасын жасайды. CanSIS құралдары, Мемлекеттік ақпараттардың қолжетімді болуын және жер қорларын басқарудың деректер базасының басқару жүйесін қамтамасыз етеді (Pourabdollah A., 2012: 275).

CanSIS жобасы деректер базасының оңайлатылған моделі болып табылады және ол деректер құрылымының стандартизациясын қамтиды және тексеруді жақсартады, барлық атрибуттық файлдарға қызмет көрсетеді.

Топырақты зерттеудің ASRIS ақпараттық жүйесі ASRIS топырақ қорының Австралиялық ақпараттық жүйесі Австралия жер қорлары мен топырағы туралы ақпаратты жалпы онлайнды қолжетімді болуды қамтамасыз еткен (Richer de Forges A. C., 2010:376).ASRIS жұмысымен қызмет жасау

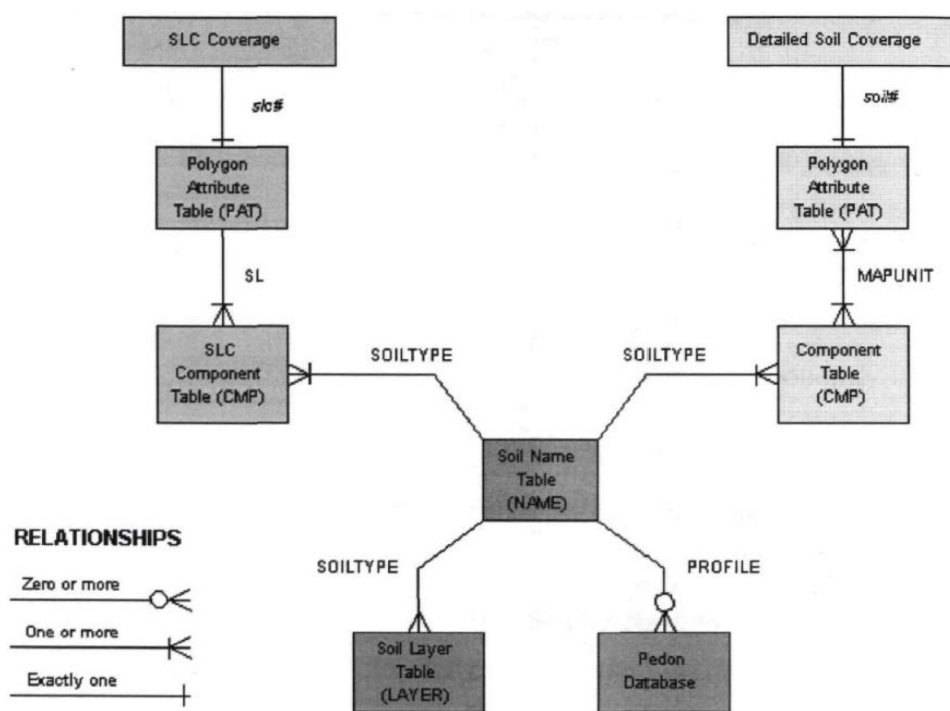
1999 жылы жер және су қорларының ұлттық аудит шеңберінде бастау алды. Жобаның аясында:

– жалпы форматтағы көп профильдерді құрайтын, деректердің кітапханада онлайн түрде қол жетімді және авторлық ережелеріне сәйкес нақты келісімімен (4-сурет) бірыңғай топырақ туралы деректердің мәліметтері мемлекеттік және жергілікті мекемелерде сақталады;

– топырақ пен жерді пайдалану бойынша әртүрлі масштабтағы картографиялық материалдардың сипаттамалары онлайн түрінде де қолжетімді; сонда да, деректерді тек түпнұсқалы қорлардан алуға болады (Shepherd K., 2002: 999);

– топыраққа байланысы бар және модельдеуге қолданылатын деректердің түрлі қосымша жиынтығы, мысалы, рельефтің сандық моделі мен жердің сипаттамасы, литология (геологиялық картаның негізінде), климаттық қасиеттері және т.б.;

– топырақ атрибуттарының кеңінен сарапталған бағаларының алқаптағы және жер беткейі мен олардың топырақ профилі үшін топырақ қасиеттерінің картасы түріндегі сапасы.



4-сурет – CanSIS деректер базасының моделі (3.1.1. үлгісі)

ASRIS деректері түрлі мақсаттарда қолданылады, мысалы, ауылшаруашылығы мен қалада қолдануы үшін жер жарамдылығын

бағалау, егінді жобалау, эрозия залалын анықтау, топырақтағы көміртегінің жинақталған мониторингісі, және өлшеу, су сапасын модельдеу,

тіршілік ортасы ретінде топырақты зерттеу және биологиялық бағалау мен т.б.(Stolbovoi V.S., 2000: 98).

Ақпаратты жүйеде жеті деңгей ұйымдастырылған. Үш жоғарғы деңгей барлық континенттің топырақ, ландшафт пен топырақ түзуші тау жыныстарына жалпы сипаттама береді (Van Engelen V.W.P., 2010: 5). Бұл ақпарат топырақтың тереңдігіне, топырақтың физикалық қасиеттерінің қатарына, құнарлылығына, көміртегінің құрамына және эрозиясына байланысы бар. Көптеген профильдік ақпараттар топырақ кескінінің құрылымының негізінде таңдалған бес тереңдік үшін берілген. Шкаланың ең төменгісі топырақ деректерінің профильдік базамен қазбаның орналасқан жерінің сипаттамасынан тұрады.

ASRIS келесі платформалардың қолдануымен құрастырылған: SQL сервері, Arc Spatial Data Engine (ArcSDE) және Arc Internet Map Server (ArcIMS) және Web Map Server геоапараттық бағдарламалар (Verdoort A., 2006: 78).

Негізгі аймақтардағы деректердің жеткіліксіз мөлшері мен стандарттардың сәйкес келмеуі Австралияның топырақтық деректер қоры мен жер қорлары үшін маңызды мәселесі болып қалады. Тұрақты жетілдіру мен табиғи ресурстардың техникалық стандарттарын бағалауды

қабылдауы жақын уақыттағы басты міндетімен бекітіледі.

Қорыта келе топырақ деректерін пайдалануды сандық нысанда сақтау маңызды. Электрондық нысанда сақталатын топырақ деректерін тиімді пайдалану модульдік сипаттамасы бойынша анықталып, іргелі ақпараттық заңдылықтардың негізделген ұғымдардан туындайтын атауын білдіреді. Сондай-ақ формальді-логика мен топырақтанудың негізгі компонентін қосуға мүмкіндік береді. Көрсетілгендей, электрондық нысанның сақталуы, деректер базасында ғана емес, қалыптастырылған топырақ деректерін сақтау құралы болып табылады және топырақ саласында туындайтын заңдылықтарды сипаттайды.

Жоғарыда аталған модельдің жетістігі ақпараттың инфрақұрылымының ашық болуымен сипатталады, өңделген мәліметтердің алгоритмінің сақталуына мүмкіндік береді. Ақпаратты технологиялар күнделікті топырақтану саласында топырақ жайлы жаңа өңделген ақпараттар мен қамтамасыз етеді. Ақпаратты жүйелердің көмегімен топырақтың мәліметтеріне статистикалық талдау, топырақтың экологиялық жағдайына бақылау, болжау, бағалау жүргізуге болады. Қазіргі заманғы сандық әдістер топырақтың ақпараттық жүйесін зерттеуде өте қажетті мәселе.

Әдебиеттер

- 1 Ханина Л.Г., Бобровский М.В., Комаров А.С. и др. Моделирование динамикиразнообразия лесного надпочвенного покрова // Лесоведение, 2006. № 1. -С. 70-80.
- 2 Хомяков Д.М., Мамихин СВ., Кулигина Е.А. Компьютеризация исследований в экологии, почвоведении и агрохимии: уч. пособие. - М.: Изд-во Моск.Ун-та, 2005.-100 с.
- 3 Хомяков Д.М., Хомяков П.М. Основы системного анализа. - М.: Изд-во. 146 МГУ, 1996.-108 с.
- 4 Хомяков П.М., Конищев В.Н., Пегов С.А., Смолина С.Г., Хомяков Д.М. Моделирование динамики геозосистем регионального уровня. - М.: Из-воМГУ, 2000. - 382 с.
- 5 Флоринский И.В. Гипотеза Докучаева как основа цифрового прогнознопочвенного картографирования (к 125-летию публикации) // Почвоведение, 2012. №4.-С. 500-506.
- 6 Lagacherie P., McBratney A.B. Spatial Soil Information Systems and SpatialSoil Inference Systems: Perspectives for Digital Soil Mapping // Developments in 151 Soil Science, 2006. V. 31. -Pp. 3-22.
- 7 LambertJ.J., DaroussinJ.,EimberckM., Le BasC., JamagneM., KingD., Montanarella L. Soil Geographical Database for Eurasia & The Mediterranean: InstructionsGuide for Elaboration at scale 1:1,000,000, Version 4.0 / (eds.). – EuropeanSoil Bureau Research Report, 2003. 8. - 64 p.
- 8 Mantel S. Identification of potential for banana in Hainan Island, China // Pedosphere, 2003. 13. -Pp. 147-155.
- 9 McBratney A.B., Mendoca Santos M.L., Minasny B. On digital soil mapping // Geoderma, 2003. 117 (1-2). - Pp. 3-52.
- 10 Pourabdollah A., Didier G., Simms D., Tempel P. at al. Towards a standard forsoil and terrain data exchange: SoTerML // Computers and Geosciences, 2012. V.45.-Pp. 270-283.
- 11 Richer de Forges A. C, Arrouays D. Analysis of requests for information anddata from a national soil data centre in France // Soil Use and Management, 2010.26.-Pp. 374-378
- 12 Shepherd K., Walsh M. Development of reflectance spectral libraries for characterizationof soil properties // Soil Science Society of America Journal, 2002. 66. -Pp. 988-998.
- 13 Soil Geographic Data Standart. Soil Data Subcommittee. - Federal GeographicData Committee, 1997. - 286 p.
- 14 Stolbovoi V.S. Soils of Russia: Correlated with the Revised Legend of the FAO Soil Map of the World and World Reference Base for Soil Resources. - Laxenburg, Austria: ИААА, 2000. - 111 p.

- 15 Van Engelen V.W.P., Batjes N.H., Dijkshoorn K., Huting J. Harmonized Global Soil Resources Database (Final Report). Report 2005/06. - Wageningen: FAO and ISRIC - World Soil Information, 2005. - 53 p.
- 16 Van Engelen V.W.P. Are global soil information systems adequate in forecasting impacts of global change? / 19 th World Congress of Soil Science, Soil Solutions for a Changing World (1 - 6 August 2010, Brisbane, Australia), 2010. - Pp.4-6.170.
- 17 Verdoort A., van Ranst E. The soil information system of Rwanda: a useful tool to identify guidelines towards sustainable land management // Afrika Focus, 2006.19.-Pp. 69-92.
- 18 World reference base for soil resources. - Rome: IUSS, ISRIC, FAO, 2006. -133 p.

References

- 1 Hanina L.G., Bobrovskij M.V., Komarov A.S. i dr. (2006) Modelirovanie dinamiki raznoobrazija lesnogo nadpochvennogo pokrova [Modeling the dynamics of forest cover diversity]. Lesovedenie, no. 1., pp. 70-80.
- 2 Homjakov D.M., Mamihin SV., Kuligina E.A. (2005) Komp'yuterizacija issledovanij v jekologii, pochvovedenii i agrohimii: uch. Posobie [Computerization of research in ecology, soil science and agrochemistry: uch. allowance]. – M.: Izd-vo Mosk. Un-ta, 100 P.
- 3 Homjakov D.M., Homjakov P.M. (1996) Osnovy sistemnogo analiza [Fundamentals of system analysis]. – M.: Izd-vo. 146 MGU, 108 P.
- 4 Homjakov P.M., Konishhev V.N., Pegov S.A., Smolina S.G., Homjakov D.M. (2000) Modelirovanie dinamiki geojekosistem regional'nogo urovnja [Modeling the dynamics of regional geo-ecosystems]. M.: Iz-vo MGU, 382 P.
- 5 Florinskij I.V. (2012) Gipoteza Dokuchaeva kak osnova cifrovogo prognoznogo pochvennogo artografirovaniya (k 125-letiju publikacii) [Dokuchaev's Hypothesis as the Basis of Digital Projected Soil Artography (on the 125th Anniversary of Publication)]. Pochvovedenie, no. 4, pp. 500-506.
- 6 Lagacherie P., McBratney A.B. (2006) Spatial Soil Information Systems and Spatial Soil Inference Systems: Perspectives for Digital Soil Mapping. Developments in 151 Soil Science, no. 31., pp. 3-22.
- 7 Lambert J.J., Daroussin J., Eimberck M., Le Bas C., Jagneux M., King D., Montanarella L. (2003) Soil Geographical Database for Eurasia & The Mediterranean: Instructions Guide for Elaboration at scale 1:1,000,000, Version 4.0 / (eds.). European Soil Bureau Research Report, 64 p.
- 8 Mantel S. (2003) Identification of potential for banana in Hainan Island, China. Pedosphere, no. 13, pp. 147-155.
- 9 McBratney A.B., Mendoca Santos M.L., Minasny B. (2003) On digital soil mapping. Geoderma, no. 117 (1-2). – pp. 3-52.
- 10 Pourabdollah A., Didier G., Simms D., Tempel P. (2012) Towards a standard for soil and terrain data exchange: SoTerML. Computers and Geosciences, no. 45, pp. 270-283.
- 11 Richer de Forges A. C., Arrouays D. (2010) Analysis of requests for information and data from a national soil data centre in France, Soil Use and Management, no. 26, pp. 374-378.
- 12 Shepherd K., Walsh M. (2002) Development of reflectance spectral libraries for characterization of soil properties. Soil Science Society of America Journal, no. 66, pp. 988-998.
- 13 Soil Geographic Data Standard (1997) Soil Data Subcommittee. Federal Geographic Data Committee, 286 p.
- 14 Stolbovoi V.S. (2000) Soils of Russia: Correlated with the Revised Legend of the FAO Soil Map of the World and World Reference Base for Soil Resources. Laxenburg, Austria: IIASA, 111p.
- 15 Van Engelen V.W.P., Batjes N.H., Dijkshoorn K., Huting J. (2005) Harmonized Global Soil Resources Database (Final Report). Report 2005/06, Wageningen: FAO and ISRIC, World Soil Information, 53 p.
- 16 Van Engelen V.W.P. (2010) Are global soil information systems adequate in forecasting impacts of global change? 19. th World Congress of Soil Science, Soil Solutions for a Changing World (1 - 6 August 2010, Brisbane, Australia), pp.4-6.
- 17 Verdoort A., van Ranst E. (2006) The soil information system of Rwanda: a useful tool to identify guidelines towards sustainable land management. Afrika Focus, no. 19, pp. 69-92.
- 18 World reference base for soil resources (2006) Rome: IUSS, ISRIC, FAO, 133 p.