УДК 631.4

ТУПРОҚШУНОСЛИКДА РАҚАМЛИ ВА СУНЪИЙ ИНТЕЛЛЕКТ ТЕХНОЛОГИЯЛАРИНИ ЖОРИЙ ҚИЛИШ ИСТИҚБОЛЛАРИ

Бобомуродов Шуҳрат Меҳрибонович,
Тупроқшунослик ва агрокимёвий тадқиқотлар институти директори, б.ф.д., e-mail: shuhrat_bm@inbox.ru
Баҳодиров Зафар Абдувалиевич,
б.ф.ф.д. (PhD), к.и.х., бўлим мудири, zafarbahodirov@gmail.com
Тупроқшунослик ва агрокимёвий тадқиқотлар институти

Аннотация. Мазкур мақолада тупроқшуносликда рақамли ва сунъий интеллект технологияларини қўллашнинг бугунги ҳолати, истиқболлари ҳамда Тупроқшунослик ва агрокимёвий тадқиқотлар институтида бу йўналишда олиб борилаётган ишлар ва режалар баён қилинган.

Калит сўзлар: тупроқ маълумотлари, рақамли технологиялар, сунъий интеллект, интеллектуал таҳлил, маълумотлар базаси, географик ахборот тизими.

Аннотация. В данной статье описаны текушее состояние и перспективы использования цифровых технологий и технологий искусственного интеллекта в почвоведении, а также работы, проводимые в этом направлении в Институте почвоведения и агрохимических исследованийи планына будушее.

Ключевые слова: почвенные данные, цифровые технологии, искусственный интеллект, интеллектуальный анализ, база данных, геоинформационная система.

Annotation. This article describes the current state and prospects of using digital and artificial intelligence technologies in soil science, as well as the work being carried out and plans in this direction at the Institute of Soil Science and Agrochemical Research.

Key words: soil data, digital technology, artificial intelligence, intelligent analysis, database, geographic information system.

Бирлашган Миллатлар Ташкилотининг Озиқ-овқат ва қишлоқ хўжалиги ташкилоти маълумотларига кўра, дунё бўйича 33% тупроқлар деградацияга учраган бўлиб, деградациянинг шу зайлда давом этиши 2050 йилга келиб 90% ни ташкил этиши мумкин. Ҳозирги вақтда бутун жаҳонда деградациядан кўрилаётган йиллик зарар 490 миллиард долларни ташкил этмоқда. Юздан ортиқ мамлакатларда 2,6 миллиард одам тупроқлар деградацияга учраши ва чўлланиш таъсиридан азият чекмоқда, бу эса ер юзининг 33% дан кўпроғига таъсир қилади. Яйловларнинг тахминан 73 фоизи деградацияга учраган, лалми ерларнинг 47% ва суғориладиган экин майдонларининг салмоқли қисми деградацияга учраган.

Сўнгги 50 йил ичида дунё аҳолиси 3 миллиарддан 7 миллиардга ошиб, озиқ-овқат маҳсулотларига бўлган юқори талабни яратди. Бирлашган Миллатлар Ташкилотининг Озиқ-овқат ва қишлоқ хўжалиги ташкилоти тахминларига кўра, 2050 йилгача дунё аҳолиси 30 фоизга ошади, демак, озиқ-овқат маҳсулотларини 70 фоизга ошишига эришиш керак. Ерларнинг деградацияга учраши, иқлим ўзгариши ва бозорнинг ўзгариши озиқ-овқат хавфсизлигида муаммоларни юзага келтирмоқда.

Қишлоқ хўжалиги ривожланган мамлакатларнинг тажрибаси шуни кўрсатадики, ИТ-технологияларни ишлаб чиқаришга киритиш ускуналар, датчиклар, дронлар, сунъий йўлдошлардан олинган маълумотларни бир нуқтада бирлаштирадиган инновацион дастурлардан фойдаланган ҳолда оптимал қарор қабул қилиш орқали режалаштирилмаган харажатларни 20% гача ёки ундан ҳам кўпроқ камайтириши мумкин. Янги технологиялар, маҳсулот сифатини кафолатлайдиган ва харидорларнинг талабларини қондирадиган маҳсулотни сотишдан истеъмолчигача бутун йўлни кузатишга имкон беради.

Бу борада тупроқшунослик соҳасига рақамлаштиришни кириб бориши муҳим

аҳамият касб этади. Бугунги кунда рақамли технологиялар кундалик ҳаётимизнинг ажралмас қисмига айланди. Рақамли технологиялар иқтисодий фаолиятнинг барча соҳаларида, шу жумладан қишлоқ хўжалигида кенг тадбиқ этилмоқда ва қишлоқ хўжалиги соҳасининг долзарб муаммоларини ҳал қилишга ҳисса қўшмоқда.

АҚШ, Канада ва Европадаги фермер хўжаликларининг 70 фоизга яқини аллақачон қишлоқ хўжалиги учун ақлли технологиялардан фойдаланмоқда.

Ҳозирги кунда қишлоқ хўжалигида турли замонавий технологиялар, хусусан, рақамли технологиялар қўлланилмоқда. Масалан, масофадан туриб зондлаш, булутли ҳисоблаш ва Интернет тармоқлари (IoT) кабилардан кенг фойдаланилмоқда. Сунъий интеллект технологиялари кўплаб соҳаларда муваффақиятли қўлланилиб келаётган бўлса-да, у қишлоқ хўжалигида яқиндан, манфаатдор томонларнинг потенциал фойдаларини англай бошлагандагина қўлланила бошланди. Баъзи йирик қишлоқ хўжалиги корпорацияларининг фикрига кўра, сунъий интеллект технологиялари асосида фермерларга маслаҳатлар бериш дунё миқёсида экинлардан олинадиган йиллик глобал даромадни тахминан 20 миллиард АҚШ долларига кўпайтириши мумкин.

Республикада тупроқ тадқиқотлари натижаларини таҳлил қилишда янги технологиялар, хусусан, сунъий интеллект таҳлили усулларидан фойдаланиш тупроқшунослик фанини янги даражага чиқаришда катта аҳамиятга эга. Республикамизда барча соҳаларда инновацион технологияларни тадбиқ этиш, шунингдек, ер ресурсларини бошқаришда автоматлаштирилган геоахборот тизимини қўллаш ушбу тизимни етакчи ўринларга олиб чиқишда бугунги куннинг энг долзарб масаласи ҳисобланади. Ушбу соҳада сунъий интеллект технологияларини қўллаш эса замонавий компьютер дастурлари ва қурилмалари асосида маълум бир объект ёки ҳудуд тўғрисидаги тўлиқ ахборотларни таҳлил этиш ва маълум йўналишдаги масалаларни ечиш, ўрганилаётган ҳудудлар геоахборот базаси ва моделини ишлаб чиқиш қишлоқ хўжалиги экинларида кечадиган салбий ҳолатларни олдиндан башоратлаш ва бунинг ҳисобига эса ўсимлик ва ер ресурсларини самарали бошқариш имкониятини яратади.

Бугунги кунда тупроқшунослик соҳасида сунъий интеллект технолгияларидан фойдаланиш бўйича кенг кўламли илмий ишлар олиб борилмоқда. Жумладан, МсБратней ва бошқалар томонидан таклиф қилинган рақамли тупроқ хариталаш тизими орқали ёрдамчи ўзгарувчилар ва тупроқ хусусиятларини ўзаро боғлаш учун кўплаб башорат моделлари ишлаб чиқилган ва жорий этилган. Масалан, Минасни ва бошқалар тупроқ органик моддасини моделлаштириш ва тупроқ органик моддасининг атроф-муҳит ковариативлари билан алоқасини ҳар томонлама таҳлил қилди. Анъанавий ёндашувлар билан солиштирган ҳолда тупроқ хоссаларини ўрганиш учун умумлаштирилган чизиқли моделлар, регрессия дарахти моделлари, тасодифий ўрмон, кубист, вектор регрессиясини қўллаб-қувватлаш ва тасодифий ўрмон регрессияси каби сунъий интеллект алгоритмларидан фойдаланилган [1-11].

Сунъий интеллект технологиялари асосидаги услубларини фаннинг турли соҳаларида қўллаш, айниқса сўнгги 10 йил ичида тез суръатлар билан ўсди. Тупроқшунослик тадқиқотларида, хусусан, педометрикада, тупроқларнинг макон ва замонда тақсимланишини «ўрганиш» ёки маълумотлардан тушуниш учун статистик моделлардан фойдаланиб келинган. Масофадан ва проксимал равишда олиниши мумкин бўлган тупроқ маълумотларининг ва эркин фойдаланиш мумкин бўлган очиқ кодли алгоритмларнинг ортиб бориши тупроқ маълумотларини таҳлил қилиш учун сунъий интеллект технологияларидан фойдаланишни тезлаштиришга олиб келди. Тупроқшунослик фанида сунъий интеллект технологияларидан фойдаланишга бир қанча мисоллар мавжуд бўлиб, буларга рақамли тупроқ харитаси орқали тупроқ типлари ва хосса-хусусиятларини башорат қилиш ёки тупроқ хусусиятларини аниқлаш учун инфрақизил спектрал маълумотларни таҳлил қилишларни келтириш мумкин.

Мустақиллик йилларида Ўзбекистон Республикаси раҳбарияти ва ҳукумати миллий иқтисодиётни, жумладан, қишлоқ хўжалиги соҳасини рақамлаштиришга алоҳида эътибор қаратди. Бу борада бир қатор ҳуқуқий ва меъёрий ҳужжатлар

қабул қилинди. Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2020 йил 2 мартдаги ПҚ-5953-сонли «2017-2021 йилларда Ўзбекистон Республикасини ривожлантиришнинг бешта устувор йўналиши бўйича Ҳаракатлар стратегиясини амалга ошириш фан, таълим ва рақамли иқтисодиётни ривожлантириш йилида Давлат дастури тўғрисида»ги Фармони шулар жумласидандир. Бу ерда Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамасига қишлоқ хўжалигида рақамли технологияларни кенг жорий этиш бўйича амалий чора-тадбирлар дастурини ишлаб чиқиш топширилди. Бундан ташқари, Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2020 йил 28 апрелдаги ПҚ-4699-сонли «Рақамли иқтисодиёт ва электрон ҳукуматни кенг жорий этиш чора-тадбирлари тўғрисида» ги қарори асосида 2020-2021 йилларда қишлоқ ва сув хўжалигида рақамли технологияларни жорий этиш «Йўл харитаси» тасдиқланди.

Тупроқшунослик ва агрокимёвий тадқиқотлар институти ҳам тупроқшуносликда ахборот-коммуникация технологияларини қўллаш ва фанни рақамлаштириш бўйича кенг кўламли ишлар олиб бормоқда. Кейинги йиллар давомида институт жамоаси томонидан Давлат илмий-техник дастурлари доирасида тупроқшуносликда АКТ технологияларини, жумладан, географик ахборот тизимларидан фойдаланиш бўйича бир қанча фундаментал ва амалий лойиҳалар амалга оширилди. Хусусан, «ГИС технологиялари ёрдамида суғориладиган тупроқларни агроэкологик баҳолаш», «Ердан фойдаланишнинг замонавий шаклларида суғориладиган тупроқлар унумдорлигини сақлаш, қайта тиклаш ва уни белгилашда геоахборот тизими технологияларини қўллаш», «Замонавий ахборот технологиялардан фойдаланган ҳолда тупроқ унумдорлиги мониторингини юритиш ҳамда тупроқ геоахборот-таҳлилий тизими (ТГАТТ)ни ишлаб чиқиш ва уни қўллаш», «Геоахборот тизими (ГАТ) технологияларидан фойдаланган ҳолда қишлоқ хўжалиги экинларини оптимал жойлаштиришнинг илмий асосланган тизимини ишлаб чиқиш» мавзуларида илмий лойиҳалар бажарилди. Ушбу лойиҳалар доирасида тупроқшуносликда анъанавий таҳлил усуллари ёрдамида олинган маълумотларни рақамлаштириш, ахборот тизимларини ишлаб чиқиш бўйича натижалар олинган.

Тупроқшуносликда ахборот-коммуникация технологияларидан фойдаланиш бўйича институтда олиб борилган ишлар натижасида 11 та маълумотлар базаси ва дастурий маҳсулотлар учун Интеллектуал мулк агентлигининг муаллифлик гувоҳномалари олинди. Фанни рақамлаштириш бўйича институтда олиб борилаётган ишларнинг давоми сифатида жорий йилда институт таркибида «Тупроқ-географик ахборот тизимлари ва педометрия» бўлими ташкил этилди.

Бугунги кунда институт жамоаси томонидан яратилган «Шўрланган тупроқ» мобил иловаси ер ресурсларини бошқариш, қишлоқ хўжалигини янада самарали ривожлантиришга қаратилган тезкор ва аниқ тупроқ унумдорлигини бошқариш, сув ресурсларидан, минерал ва органик ўғитлардан мақсадли фойдаланишга ихтисослашган. Мобил иловада тупроқ механик таркиби, тупроқ шўрланиши (HCO_3, Cl, SO_4), тупроқ муҳити (pH) ва бошқа кўрсаткичлар бўйича маълумотларни тўплаш, сақлаш, таҳлил қилиш ва намойиш этиш; ер тоифалари бўйича график ва жадвал маълумотларини тақдим этиш, геосервер харитасидан фойдаланиш каби функциялар мавжуд. Ушбу мобил иловадан кенг миқёсда фойдаланиш натижасида ердан фойдаланувчилар томонидан тупроқлар ҳолати ҳақида маълумотлар тезкор ва қулай олиниши натижасида агротехник тадбирларни белгилашни автоматлаштириш ва ерлардан самарали фойдаланиш имкониятини беради. Шунингдек, бугунги кунда Тупроқшунослик ва агрокимёвий тадқиқотлар институтида Ўзбекистан Республикаси Президентининг 2021 йил 1 апрелдаги ПФ-6198-сонли «Илмий ва инновацион фаолиятни ривожлантириш бўйича давлат бошқаруви тизимини такомиллаштириш тўғрисида»ги Фармони доирасида белгиланган вазифаларни амалга ошириш мақсадида «Сунъий интеллект технологияларидан фойдаланган ҳолда тупроқ ресурсларини тезкор, аниқ ва самарали таҳлил қилиш, баҳолаш ва мониторинг қилиш бўйича дастурий маҳсулот яратиш» мақсадли амалий лойиҳаси олиб борилмоқда.

Ушбу лойиҳа доирасида аввало тупроқшунослик соҳасида сунъий интеллект технологияларидан фойдаланиш бўйича адабиётлар таҳлил қилинди ва тизимлаштирилди. Шунингдек, тупроқшуносликда сунъий интеллект технологияларини қўллашнинг услублари, уларнинг нисбий самарадорлиги ўрганиб чиқилди. Сунъий интеллект технологияларидан фойдаланган ҳолда таҳлиллар олиб бориш учун лойиҳа объекти бўлган Сирдарё вилояти Мирзаобод тумани тупроқлари ҳолати бўйича маълумотлар базаси ишлаб чиқилди. Ушбу базада туман тупроқларининг механик таркиби, гумус ва озиқа элментлари билан таъминланганлиги ҳамда шўрланиш ҳолатига оид маълумотлар шакллантирилди. Ушбу маълумотлар базаси учун Ўзбекистон Республикаси Интеллектуал мулк агентлигидан тегишли муаллифлик гувоҳномаси олинди.

Шунингдек архив маълумотлари, бевосита дала-тупроқ тадқиқотлари натижалари ҳамда масофадан зондлаш маълумотлари асосида тупроқ хоссаларини таҳлил қилишнинг асослари яратилиб, сунъий интеллект технологиялари асосидаги дастлабки интеллектуал моделлари ишлаб чиқилди. Олинган маълумотлар асосида «Тупроқ ресурсларини тезкор, аниқ ва самарали таҳлил қилиш, баҳолаш ва мониторинг қилиш юзасидан илмий асосланган тавсиялар берувчи дастур» - UzSoilAI дастурий маҳсулот ишлаб чиқилди ҳамда Сирдарё вилояти Мирзаобод тумани Ғ.Юнусов номли массивдаги суғориладиган қишлоқ хўжалиги ерларида синов тариқасида амалиётга жорий қилинди. Ушбу ишлаб чиқилган дастурий маҳсулот учун Ўзбекистон Республикаси Интеллектуал мулк агентлигидан №– DGU 19472 рақамли муаллифлик гувоҳномаси олинди.

Ушбу дастур Сирдарё вилояти Мирзаобод тумани тупроқларини сунъий интеллект технологиялари ёрдамида моделлаштириш асосида электрон тарзда тез, сифатли таҳлил қилиш, баҳолаш, мониторинг қилиш ва бошқариш ҳамда ер ресурсларидан самарали фойдаланишда илмий асосланган тавсиялар бериш функцияларини бажаришга мўлжалланган. Дастурнинг қуйидаги функционал имкониятлари мавжуд: сунъий интеллект технологиялари асосида ишлаб чиқилган моделлар ёрдамида тупроқларнинг шўрланиш ва озиқа моддалар билан таъминланганлик ҳолатини аниқлаш, тупроқлар ҳолатига кўра шўр ювиш, органик ва минерал ўғитлар қўллаш бўйича агротехник тадбирларни ўтказиш бўйича тавсиялар бериш, тупроқлар ҳолатига оид маълумотларни ойлик, оралиқ ва йиллик кесимларда мониторинг қилиш бўйича йиғиш ва сақлаш, танлаб олинган хариталарни jpeg форматида экспорт қилиш, сунъий интеллект технологиялари асосидаги янги моделлар киритиш, базани резерв сақлаш ва резервдан қайта тиклаш. Ушбу дастурий таъминотни тупроқ тадқиқот ишларини олиб бориш, тупроқ унумдорлик ҳолатини баҳолаш, маъмурий ҳудуд миқёсида тупроқлар унумдорлигини чекловчи омилларни аниқлаш ва тупроқ унумдорлигини оширишга қаратилган вазифаларни белгилаш ишларида фойдаланиши мумкин.

Хулоса қилиб айтиш мумкинки, тупроқшуносликда рақамли ва сунъий интеллект технологияларини жорий қилиш бугунги кунда жуда долзарб масала бўлиб, бу йўналишда кенг ҳажмли илмий ва амалий ишлар олиб борилишини тақоза қилади. Тупроқшуносликда рақамли технологияларини қўллаш қишлоқ хўжалигини замонавий шаклга етказиш, янги «ақлли қишлоқ хўжалиги» концепцияси асосида юритиш имконини беради. Тупроқларни сунъий интеллект технологиялари ёрдамида таҳлил қилиш истиқболли бўлиб, ишлаб чиқилган интеллектуал моделлар асосида тупроқ унумдорлик кўрсаткичларини турли аниқликларда башорат қилиш мумкин. Бу эса ўз навбатида тупроқ унумдорлик ҳолатини тезкор аниқлаш ва шу асосда тегишли тадбирларни ишлаб чиқиш имкониятларини яратади.

Фойдаланилган адабиётлар рўйхати:

1. McBratney A.B., Santos M.M., Minasny B., – 2003. On digital soil mapping. Geoderma – 117, 3, 52.
2. Minasny B., McBratney A.B., Malone, B.P. Wheeler, I., 2013. Chapter one - digital mapping of soil

carbon. In: Sparks, D.L. (Ed.), Advances in Agronomy. – Academic Press, – pp. – 1, 47
3. Hengl, T., Heuvelink, G.B., Kempen, B., Leenaars, J.G., Walsh, M.G., Shepherd, K.D., Sila, A., MacMillan, R.A., de Jesus, J.M., Tamene, L., 2015. Mapping soil properties of Africa at 250 m resolution: random forests significantly improve current predictions. PLoS One 10, e0125814.
4. Malone B.P., McBratney, A., Minasny, B., Laslett, G., 2009. Mapping continuous depth functions of soil carbon storage and available water capacity. Geoderma – 154 (1–2), – 138, 152.
5. Lacoste, M., Minasny, B., McBratney, A., Michot, D., Viaud, V., Walter, C., 2014. High resolution 3D mapping of soil organic carbon in a heterogeneous agricultural landscape. Geoderma 213, 296, 311.
6. Wälder, K., Wälder, O., Rinklebe, J., Menz, J., – 2008. Estimation of soil properties with geostatiscal methods in floodplains. Arch. Agron. Soil Sci. 54 (3), 275, 295.
7. Karunaratne, S., Bishop, T., Baldock, J., Odeh, I., – 2014. Catchment scale mapping of measureable soil organic carbon fractions. Geoderma 219, 14, 23.
8. Taghizadeh-Mehrjardi, R., Minasny, B., Sarmadian, F., Malone, B., 2014. Digital mapping of soil salinity in Ardakan region, central Iran. Geoderma 213, 15, 28.
9. Pahlavan-Rad, M.R., Akbarimoghaddam, A., 2018. Spatial variability of soil texture fractions and pH in a flood plain (case study from eastern Iran). Catena 160, 275, 281.
10. Taghizadeh-Mehrjardi, R., Nabiollahi, K., Kerry, R., – 2016. Digital mapping of soil organic carbon at multiple depths using different data mining techniques in Baneh region, Iran. Geoderma 266, 98, 110.
11. Forkuor, G., Hounkpatin, O.K., Welp, G., Thiel, M., – 2017. High resolution mapping of soil properties using remote sensing variables in South-Western Burkina Faso: a comparison of machine learning and multiple linear regression models. PLoS One 12, e 0170478.

УЎТ: 631.452.(631.6:631.4)

ЗАРАФШОН ВОҲАСИ СУҒОРИЛАДИГАН ТУПРОҚЛАРИНИНГ АСОСИЙ МУАММОЛАРИ ВА ИННОВАЦИОН ЕЧИМЛАРИ

Холиқулов Шоди Турдиқулович,
кафедра мудири, қ.х.ф.д., профессор, e-mail:kholikulov48@mail.ru
Ортиқов Тўлқин Қўчқарович,
б.ф.н., доцент, e-mail:ortikovt@mail.ru

Самарқанд давлат университети

Аннотация. Мақолада Зарафшон водийсида тарқалган тупроқларда мавжуд бўлган долзарб муаммолар ва уларнинг ечимлари тўғрисида маълумотлар келтирилган. Водийнинг тупроқ-иқлим шароити ва рельфидан келиб чиқиб тупроқда эрозия, шўрланиш, дегумификация жараёнлари бориши мумкин. Самарқанд вилоятида тарқалган автоморф бўз тупроқлар ва гидроморф ўтлоқ тупроқларда мавжуд муаммолар турли хил характерга эга. Масалан, бўз тупроқларда эрозияланиш жараёни кучлироқ ривожланган бўлади. Ўтлоқ тупроқларда шўрланиш ва шўртобланиш жараёнлари жадалроқ намоён бўлади. Лекин, дегумификация жараёни воҳанинг барча тупроқ тип ва типчаларида кузатилади.
Калит сўзлар: тупроқ, эрозия, шўрланиш, шўртобланиш, дегумифакация, гумус, азот, органик ўғит, алмашлаб экиш, томчилатиб суғориш.

Аннотация. В статье даны сведения об актуальных проблемах почв Зеравшанской долины и их решениях. В зависимости от почвенно-климатических условий и рельефа долины в почвах могут идти такие процессы, как эрозия, засоление, дегумификация. Проблемы в автоморфных (серозем) и гидроморфных (луговая) почвах Самаркандской области имеют разный характер.