

УДК 631.4: 004.6

Перспективы развития аграрно-почвенной информационной системы (Дата-центр) сельскохозяйственных земель Кыргызской Республики

Голозубов О.М.¹, Баянов А.К.², Литвинов Ю.А., Карабаев Н.А.⁴, Мамытканов С.А.⁴

¹*Московский государственный университет им. М.В.Ломоносова, Евразийский центр по продовольственной безопасности (Аграрный центр), Россия; otg@ecfs.msu.ru*

²*Республиканская почвенно-агрехимическая станция при Государственном предприятии по землеустройству "Кыргызгипрозем" при Государственном агентстве по земельным ресурсам, кадастру, геодезии и картографии при кабмине КР, Киргизская Республика; askat.bayanov.86@mail.ru*

³*Южный федеральный университет, Академия биологии и биотехнологий им. Д.И. Ивановского, Россия; uyalitvinov@sfnu.ru*

⁴*Кыргызский национальный аграрный университет им. К.И.Скрябина, Киргизская Республика; nuru51@mail.ru*

DOI:10.18522/2308-9709-2024-47-3

Аннотация

Рассматриваются первичные результаты работ совместного российско-кыргызского сотрудничества в области реализации в Кыргызской Республике информационной системы «Почвенно-географическая база данных Кыргызстана», где будет создана национальная база данных по почвенным ресурсам (Дата-центр). Дата-центр предназначен для осуществления связи между первичными цифровыми ресурсами природно-почвенной информации, данными почвенных карт хранящихся в фондах различных организаций, региональных центрах почвенно-агрехимической службы, и региональными ведомствами, аккумулирующими цифровую информацию, необходимую для принятия управленческих решений и обеспечения продовольственной и экологической безопасности страны. Определяются основные этапы формирования первичного комплекта картографического материала: инвентаризация, стандартизация справочников и перечней показателей, формирование стратегии выборочной оцифровки и векторизации архивных крупномасштабных почвенных карт и очерков, и получение представительной

обеспеченности цифровыми материалами для основных почвенно-климатических и геоморфологических районов республики. Для структурирования легенд почвенных карт и формирования списков-классификаторов проведена векторизация среднemasштабной почвенной карты Киргизской ССР, составленной в масштабе 1:600 000 под редакцией А.М. Мамытова в 1959 г., на основе чего рассматривается приведение (корреляция) списка-справочника почв к классификации почв СССР 1977 г. Описываются особенности геореференсации почвенных карт в условиях сложного горного рельефа с применением спутниковых цифровых моделей рельефа. Реализация прототипа аграрно-почвенного дата-центра Республики Кыргызстан описана как один из узлов распределенной сети почвенных дата-центров почвенно-географической базы данных (ПГБД РФ), имеющий клиент-серверную архитектуру с тремя уровнями (сервер баз данных, интернет-сервер, веб-приложения и ГИС-приложения), приводятся примеры и иллюстрации работы приложений.

Ключевые слова: почвенная карта; информационная система; база данных, дата-центр; сельскохозяйственные земли

The future of the agricultural and soil information system (Data Center) development for the agricultural lands of the Kyrgyz Republic

Golozubov O.M.¹, Bayanov A.K.², Litvinov Yu.A.³, Karabaev N.A.⁴, Mamytkanov S.A.⁴

¹ *Lomonosov Moscow State University, Eurasian Center for Food Security (Agrarian Center), Russia; omg@ecfs.msu.ru*

² *Republican soil and agrochemical station at the State Enterprise for Land Management "Kyrgyzgiprozem" at the State Agency for Land Resources, Cadastre, Geodesy and Cartography under the Cabinet of Ministers of the Kyrgyz Republic, Kyrgyz Republic; askat.bayanov.86@mail.ru*

³ *Southern Federal University, D.I. Ivanovsky Academy of Biology and Biotechnology, Russia; yualitvinov@sfedu.ru*

⁴ *KYRGYZ K.I.Scriabin National Agrarian University, Kyrgyz Republic; nuru51@mail.ru*

DOI:10.18522/2308-9709-2024-47-3

Abstract

The primary results of the joint Russian-Kyrgyz cooperation in the field of the implementation of the information system "Soil and geographical database of Kyrgyzstan" in the Kyrgyz Republic, where a national database on soil resources (Data Center) will be created, are considered. The data center is designed to communicate between primary digital resources of **natural** and soil information, data from soil maps stored in the funds of various organizations, regional centers of the soil and agrochemical service, and regional departments accumulating digital information necessary for

making management decisions and ensuring food and environmental security of the country. The main stages of the formation of the primary set of cartographic material are determined: inventory, standardization of references and indicators' lists, formation of a strategy for selective digitization and vectorization of legacy large-scale soil maps and reports, and obtaining a representative set of digital materials for the main soil-climatic and geomorphological regions of the republic. To structure the legends of soil maps and form classifier lists, the vectorization of the medium-scale soil map of the Kyrgyz SSR, compiled on a scale of 1:600,000 edited by A.M. Mamytov in 1959, was carried out, on the basis of which the reduction (correlation) of the soil reference list to the classification of soils of the USSR 1977 is considered. The features of georeferencing of soil maps in conditions of complex mountainous terrain using satellite digital terrain models are described. The implementation of the prototype of the agricultural and soil data center of the Republic of Kyrgyzstan is described as one of the nodes of the distributed network of soil data centers of the soil geographical database (SGDB RF), having a client-server architecture with three tiers (database server, Internet server, web applications and GIS applications), examples and illustrations of how applications work.

Keywords: soil map; information system; database, data center; agricultural lands.

Введение

Архивные материалы средне- и крупномасштабного почвенного являются важным источником почвенной информации, необходимым для решения задач оценки и управления почвенными ресурсами. В настоящее время на территории республик бывшего СССР накоплен значительный объем картографических материалов, требующих инвентаризации, оцифровки и разработки алгоритмов для их машинной обработки и анализа. В качестве объекта исследования выступали материалы средне- и крупномасштабного почвенного обследования Кыргызской Республики. Территория Республики составляет более 20 млн га, более половины, из которой занимают горные области. Общая площадь земельного фонда сельскохозяйственных угодий на 2022 год, составила 10,604 млн.га, из них посевные площади республики составляет 1286,4 тыс. га (Нацстатком Кыргызской Республики, 2023). Продуктивность более 70% пахотных земель зависит от орошения. Орошаемые земли дают более 90% продукции

земледелия, и считаются стратегическим природным ресурсом республики. Северо-восточная часть Кыргызской Республики лежит в пределах Тянь-Шаня, юго-западная — Памиро-Алая. Сложный горный рельеф в сочетании с долинами рек и озер бассейна Аральского моря (реки Тарим, Нарын, Карадарья, Сары-Джаз, Талас, Чаткал, Чу, оз. Иссык-Куль) делают регион уникальным с точки зрения гидрологии, геологии и почвенного покрова.

В условиях трансформации земельной собственности, вследствие проведенных аграрных реформ конца XX века и изменившегося управления в использовании земель сельскохозяйственного назначения приобретает особую важность доступность фондовых материалов для аграрников Кыргызской Республики (КР).

Дальнейшее развитие агропромышленного комплекса (АПК) на инновационной основе тесно связано с широким внедрением в сельскохозяйственное производство современных информационных технологий (Алябина и др., 2021; Голозубов и др., 2015; Ковалева, Чирухин, 2022; Огневцев, 2019). Особенно актуально это в вопросе управления земельными ресурсами АПК, поскольку от эффективности данного процесса зависит общее состояние отрасли и каждого хозяйствующего субъекта в отдельности. Инновационные технологии позволят в полной мере реализовать ресурсный потенциал почв сельскохозяйственных угодий, а также преумножить почвенное плодородие, улучшая качественные характеристики земли.

Цифровизация земельных ресурсов прежде всего направлена на их рациональное использование, что работает на повышение конкурентоспособности и эффективности аграрного производства (Голозубов, Чернова, 2022; Шоба и др., 2023).

Функционирование дата-центра оказывает существенное влияние на совершенствование технологий сельскохозяйственного производства и

управления аграрным сектором экономики, что является актуальным вопросом на современном этапе развития АПК КР.

Объект и методика исследований

Основным объектом исследований является цифровое (в том числе и картографическое) представление почвенного покрова и состояния земель сельскохозяйственного назначения ~~почвенный покров~~ Кыргызской Республики. Принципы выборки почвенных карт и методика проведения исследований общеизвестны. Как известно, Кыргызская Республика, является горной страной. В связи этим, геореференсация почвенных карт, ввиду сложного горного рельефа выполнялась с привлечением спутниковых снимков в высоком разрешении и цифровой модели высот ALOS (https://www.eorc.jaxa.jp/ALOS/en/alos-4/a4_about_e.htm).

У государственного предприятия по землеустройству «Кыргызгипрозем» насчитывает порядка 455 почвенных карт, картограмм и отчетов почвенных обследований. Большой объем накопленной архивной информации предполагает выполнять научно-обоснованную выборочную оцифровку. Выбранные для оцифровки материалы должны быть репрезентативными для соответствующих агроклиматических и геоморфологических районов и наиболее полными по объему собранной в них информации. Важными этапами в выполнении выборки материалов крупномасштабного почвенного обследования являются:

- 1) Создание инвентаризационного списка крупномасштабных карт и очерков.
- 2) Формирование на основе легенд и экспликаций архивных крупномасштабных карт справочников для последующей оцифровки материалов.

3) Формирование перечня показателей состава и свойств почв для оцифровки данных очерков почвенных обследований.

4) Выделение почвенно-климатических и геоморфологических районов на территории республики и анализ обеспеченности их архивной почвенной информацией.

5) Создание реестра материалов для проведения выборочной оцифровки.

Создаваемая почвенно-географическая информационная система, как это принято в ПГБД РФ – почвенном дата-центре МГУ, будет состоять из трех разделов:

- первый раздел включает разномасштабные почвенные карты и карты природных условий территории КР;

- второй раздел будет представлен природно-атрибутивной базой данных, в основе которой лежит почвенный разрез с сопутствующими аналитическими характеристиками;

- третий раздел с помощью программных средств соберет разностороннюю информацию о почвенном покрове и становится основой для моделирования пространственного распределения различных показателей, проведения расчетов в прикладных проектах для широкого круга пользователей.

Результаты исследований. Для выработки эффективных управленческих решений принципиальное значение имеет обработка большого объема информации сосредоточенные в фондовых материалах проектных учреждений страны и вследствие цифровизации осуществляется улучшение взаимосвязей между отдельными экономическими субъектами аграрного производства (Ковалева, Чирухин, 2022; Шоба и др., 2008).

Таким образом, предназначение почвенного Дата-центра КР — это осуществление связи между первичными цифровыми ресурсами природно-почвенной информации, локализованными в различных организациях (проектные институты, университеты, министерства и др.), региональных центрах почвенно-агрохимической службы, и ведомствами, аккумулирующими информацию, необходимую для принятия управленческих решений.

Для Кыргызстана важен Российский опыт реализации цифровых технологий (почвенных Дата-центров), где повсеместное внедрение IT-технологий в управление почвенными ресурсами дает возможность использования достаточного объема достоверных и объективных данных по почвенным фондовым материалам проектных учреждений для улучшения экологии почв и развития аграрного производства (Шоба и др., 2023).

Шоба С.А., Алябина И.О., Голозубов О.М. и др. (2023) определяя цели и задачи развития информационной системы «Почвенно-географическая база данных России», констатируют, что работа Центра коллективного пользования ИС ПГБД РФ базируется на применении информационных технологий для инвентаризации почвы обработки данных с использованием технологии анализа больших данных и направлена на внедрение результатов в практику, что лежит в русле общемировой тенденции развития почвоведения.

Поэтому проведение полноценной инвентаризации и оцифровки обширных фондовых материалов, сосредоточенных в подведомственных учреждениях Государственного предприятия по землеустройству «Кыргызгипрозем» (далее Кыргызгипрозем) и других учреждений КР для их цифровой трансформации приобретает первостепенное значение. Эти работы требуют проведения постоянного мониторинга природно-ресурсного

потенциала отрасли и цифровой трансформации системы государственного информационного обеспечения АПК.

Для информационной системы «Почвенно-географическая база данных Кыргызстана» важно создание национальной базы данных по почвенным ресурсам, которая охватывают разномасштабные почвенные карты и карты природных условий территории КР. Здесь архивные материалы средне- и крупномасштабного почвенного исследования являются важным источником почвенной информации, необходимым для решения задач оценки и управления почвенными ресурсами.

В настоящее время в Кыргызской Республике накоплен значительный объем картографических материалов, требующих инвентаризации, оцифровки и разработки алгоритмов для их машинной обработки и анализа. В качестве объекта исследования выступают материалы средне- и крупномасштабного почвенного обследования Кыргызской Республики.

Изучение почв Республики Кыргызстан связано с именами таких ученых, как Паллас, Шмидт, Высоцкий, Неуструев, Мамытов (Глинка, 1928; Мамытов, 1979).

За более чем 200 лет изучения почвенного покрова территория республики была обследована, составлены карты в масштабе 1:600 000 – 1:10 000.

Отдельно необходимо отметить среднемасштабную почвенную карту Киргизской ССР, составленную в масштабе 1:600 000 под редакцией А.М. Мамытова (1959 год). Векторизация этой карты с уточнением границ почвенных контуров в соответствии с цифровой моделью рельефа (рис.1) позволила получить базовый пространственный слой геоинформационной системы (ГИС), основной список почв КР с его пространственным расположением.

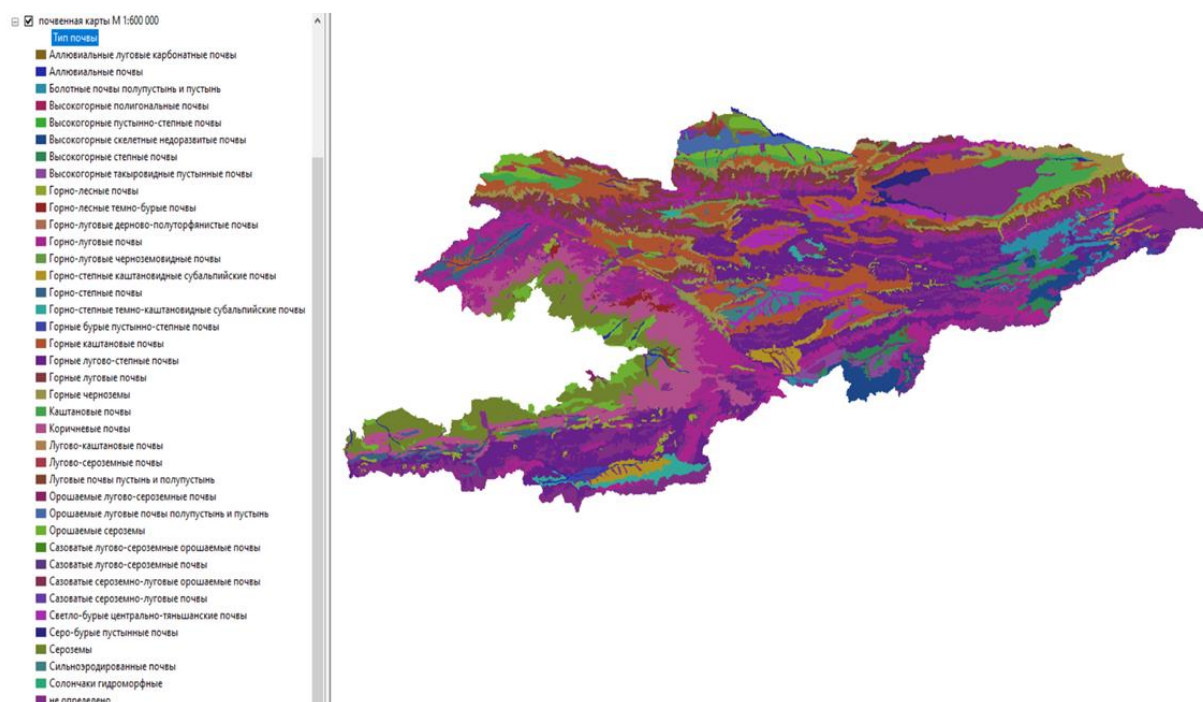


Рис. 1 — Изображение почвенной карты РК в виде векторного слоя ГИС-проекта в базе данных дата-центра. Легенда карты здесь приведена по типам почв

Важную роль в картографировании почвенного покрова сыграли крупномасштабные почвенные обследования «Кыргызгипрозем», которые насчитывает порядка 455 почвенных карт, картограмм и отчетов почвенных обследований. Большой объем накопленной архивной информации предполагает выполнять научно-обоснованную выборочную оцифровку. Выбранные для оцифровки материалы должны быть репрезентативными для соответствующих агроклиматических и геоморфологических районов и наиболее полными по объему собранной в них информации.

За прошедший период нами на основе материалов «Кыргызгипрозем» проведена инвентаризация материалов и выполнена выборка из 5 крупномасштабных почвенных карт для каждого из четырех агроклиматических районов Кыргызской Республики (рис.2) :

- Северный Кыргызстан.

- Южный Кыргызстан.

-Центральный Тянь-Шань, Иссык-Кульская котловина.

-Центральный Тянь-Шань, Внутренний Тянь-Шань.

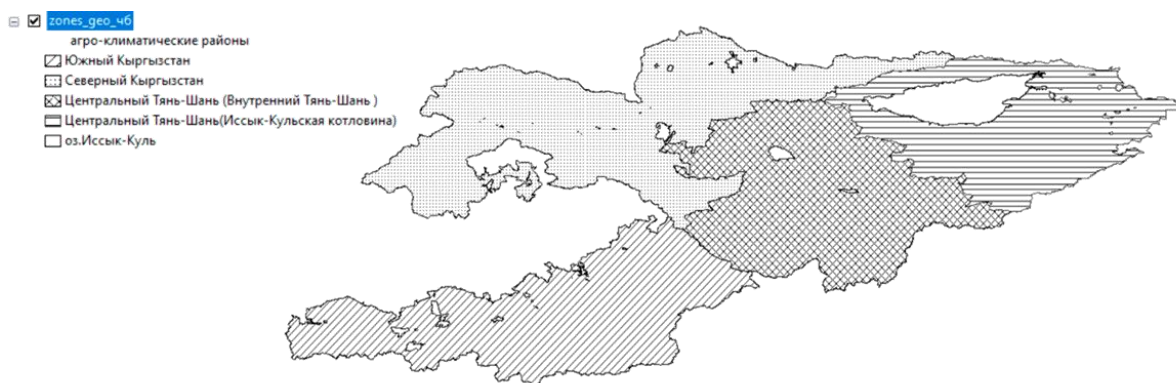


Рис. 2 — Агро-климатическое районирование РК в виде векторного слоя ГИС-проекта в базе данных дата-центра

Анализ легенд почвенных карт среднего и крупного масштабе позволил сформировать список-классификатор почв республики в соответствии с классификацией почв СССР (1977 года).

В качестве групп почвенных данных, на основе которых был составлен справочник, выступили: тип и подтип почв, род, поливные или богарные пашни, содержание гумуса, мощность мелкоземистого слоя, эрозия почв, засоление, солонцеватость, скелетность (каменистость, завалуненность) почв, гранулометрической состав (слои 0–20 см, 20-100 см, 100-200 см), материнские и подстилающие породы, глубина смены пород.

В рамках работы над справочником была проведена корреляция наименований между устаревшими и местными наименованиями почв и классификацией почв (1977 года). Справочник почв Кыргызстана насчитывал 17 наименований на уровне типа почв, 19 наименований на уровне подтипа и охватывал все основные агроклиматические и почвенные районы республики.

Разработанный справочник позволил провести оцифровку и унифицированный ввод атрибутивной информации для среднемасштабной почвенной карты республики и 5 репрезентативным почвенным картам.

Следует отметить, что геореференсация почвенных карт, ввиду сложного горного рельефа выполнялась с привлечением спутниковых снимков в высоком разрешении и цифровой модели высот ALOS (https://www.eorc.jaxa.jp/ALOS/en/alos-4/a4_about_e.htm).

Комбинирование этих двух материалов в качестве ортофотоплана, позволило повысить точность пространственной привязки крупномасштабных почвенных карт.

Для выбранных материалов почвенного обследования был выполнен анализ технических отчетов и составлен список показателей, насчитывающий 42 показателя. Все показатели группируются на следующие блоки данных: идентификаторы почвенного описание (номер разреза и карточки описания, административная привязка, координаты разреза), классификационное положение почвы (авторское название и название по классификации почв 1977года), описание почвенного горизонта (номенклатура горизонта, его верхняя и нижняя граница), результаты физико-химических анализов (гранулометрический состав, скелетность почв, подвижные формы фосфора и калия, органическое вещество почв, результаты анализа водной вытяжки).

На основе составленного списка показателей была проведена настройка формы ввода программы SoilML MultiL (v8), разработанной на базе МГУ им. М.В. Ломоносова (<https://istina.msu.ru/certificates/228976483/>) и выполнена оцифровка 150 почвенных разрезов. Отметим, что применение этого многоязычного программного комплекса позволяет также стандартизировать почвенное описание с автоматическим переводом на несколько языков, что решает проблемы терминологической совместимости архивных данных ГИПРОЗЕМ и современных результатов обследований.

Проведенные работы по инвентаризации, разработке и унификации справочников, анализу архивных почвенных данных и их оцифровка позволили сформировать основу для создания почвенного дата-центра Кыргызской Республики.

Работа по формирования дата-центра КР выполнялась совместно с МГУ им. М.В. Ломоносова и Республиканской почвенно-агрохимической станцией при Государственным предприятием по землеустройству «Кыргызгипрозем», КНАУ им. К.И. Скрябина. Была осуществлена разработка и тестирование почвенного дата-центра и созданы веб-приложения (http://gis.soil.msu.ru/soil_db/profiles/ - рис.3), а также реализован доступ к СУБД MS SQL Kyrgyzstan из ГИС-систем ArcGIS и QGIS.

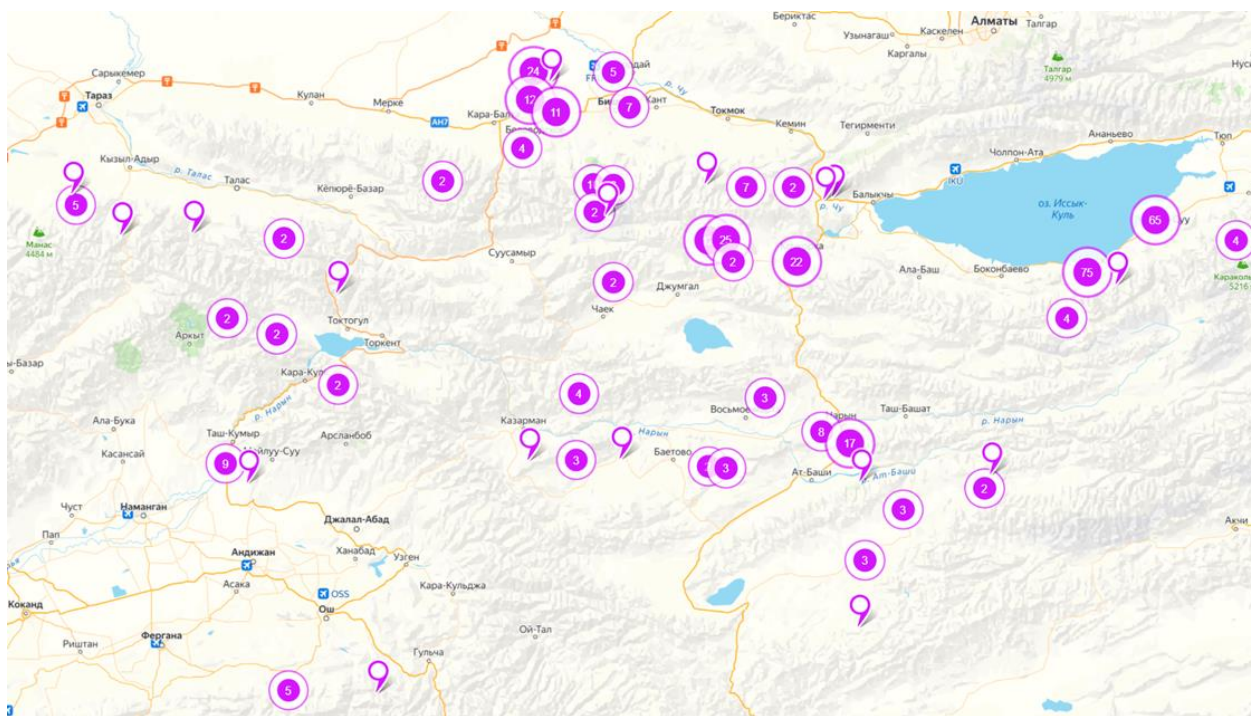


Рис. 3 — Веб-приложение отображает в браузере расположение и показатели 421 разреза (1131 горизонта) с помощью Yandex API. Цифры в кружках соответствуют количеству разрезов и раскрываются при масштабировании. (http://gis.soil.msu.ru/soil_db/profiles/)

В тесном сотрудничестве с факультетом Почвоведения МГУ имени М.В. Ломоносова для реализации в Кыргызской Республике информационной системы «Почвенно-географическая база данных Кыргызстана» будет создана национальная база данных по почвенным ресурсам (Дата-центр), где используются фондовые почвенные исследования всех хозяйствующих субъектов КР. В настоящее время, данный вопрос является актуальным, когда страны ЕАЭС рассматривает продвижение цифровых инноваций и сокращение цифрового разрыва между государствами- участниками как одно из ключевых направлений своей деятельности.

Выводы

1. На основе проведенных Российско-Кыргызских исследований по созданию цифровых технологий аграрно-почвенной информационной системы Кыргызстана были сделаны выводы о том, что без разработки и реализации почвенных даты-центров невозможно повысить результативность и эффективность использования земельно-ресурсного потенциала Кыргызской Республики. В то же время сегодняшнее неэффективное землепользование в сельском хозяйстве не позволит обеспечить устойчивость функционирования как отдельных экономических субъектов, так и отрасли в целом, что неизбежно негативно скажется на продовольственной и экологической безопасности Кыргызстана.

2. Цифровая трансформация механизма управления земельными ресурсами с помощью дата-центра базируется на внедрении инновационных процессов и использования актуальной информации о состоянии почв, а также перспективах преумножения потенциала земель аграрного назначения. Использование в АПК КР современных информационных технологий апробированные почвоведомы МГУ позволят оптимизировать комплексные усилия для поддержания и сохранения качества почвенного покрова и

окружающей среды, что положительно влияют на развитие сельскохозяйственной отрасли страны.

3. На первых порах, несмотря на имеющиеся проблемы создания почвенного дата-центра, с помощью цифровизации управления земель сельскохозяйственного назначения местные и региональные органы власти, а также сами аграрии должны максимально обеспечить формирование условий для передачи информации, обмена документами, осуществления подготовки специалистов необходимой квалификации и специальностей в дистанционном формате с применением информационных технологий. В перспективе дает нам большую надежду на целевое использование дата центра по назначению и этому помогает обучение подрастающего поколения в школах основам информатики и их креативность по применению цифровизации в повседневной жизни.

4. Результаты исследований совместного российско-кыргызского сотрудничества в области реализации информационной системы по созданию национальной базы данных почвенных ресурсов (Дата-центр) позволяют сделать выводы о том, что цифровая трансформация процесса и механизма управления земельно-ресурсным потенциалом АПК КР на любом уровне хозяйствования и управления будет способствовать более эффективному и рациональному использованию почв сельскохозяйственных угодий и, как следствие этого — увеличению объемов производства аграрной продукции, повышению конкурентоспособности отрасли и отдельных сельхозтоваропроизводителей, укреплению их финансовой устойчивости.

Список литературы

1. Алябина И.О., Голозубов О.М., Чернова О.В. Некоторые направления применения статистических методов в рамках Информационной системы «Почвенно-географическая база данных России» // Природная и

антропогенная неоднородность почв и статистические методы ее изучения: сборник науч. статей по материалам Всерос. науч. интернет-конференции с межд. участием, посвященной 90-летию со дня рождения заслуженного профессора Е.А. Дмитриева. -М., издательство *Издательско-торговая корпорация "Дашков и К" (Москва)*, 2021. С. 116–121.

2. Глинка К.Д. Почвы Киргизской Республики. Оренбург. Краевая Киргизская типография Госиздата. 1923. 84 с.

3. Голозубов О.М., Рожков В.А., Алябина И.О. и др. Технологии и стандарты в информационной системе почвенно-географической базы данных России // Почвоведение. 2015. № 1., с.3-13, <https://doi.org/10.7868/S0032180X15010062>

4. Голозубов О.М., Чернова О.В. Динамическое формирование и обновление карты запасов органического углерода на территории России как задача интеллектуального анализа Больших данных // Интеллектуальные системы. Теория и приложения. 2022. Т. 26, № 1. С. 139–144

5. Ковалева И. В., Чирухин А. В. Цифровизация и управление земельно-ресурсным потенциалом АПК / Вестник Сыктывкарского ГУ. 2022. Т. 2, №1. С. 23–30.

6. Мамытов А.М. Особенности почвенного покрова и биологическая продуктивность почв Киргизии - Фрунзе : Киргизия, 1979. 68 с

7. Огневцев С.Б. Цифровизация экономики и экономика цифровизации АПК // Международный сельскохозяйственный журнал. – 2019. – № 2 (368). – С. 77–80.

8. Шоба С.А., Столбовой В.С., Алябина И.О. и др. Почвенно-географическая база данных России // Почвоведение. 2008. № 9. С. 907–913

9. Шоба С.А., Алябина И.О., Голозубов О.М., Чекмарев П.А., Лукин С.В., Чернова О.В., Колесникова В.М. Опыт создания информационной системы в целях рационального использования почвенных ресурсов/ Вестник МГУ. Серия 17. Почвоведение. 2023. Т.28. №4. С. 14–28

References

1. Alyabina I.O., Golozubov O.M., Chernova O.V. Some areas of application of statistical methods within the framework of the Information System “Soil-geographical database of Russia” // Natural and anthropogenic heterogeneity of soils and statistical methods for its study: collection of scientific articles based on materials from Russian

Scientific Internet Conferences with international participation, dedicated to the 90th anniversary of the birth of Honored Professor E.A. Dmitriev. M., Publishing House of Publishing and trading corporation "Dashkov and K" (Moscow), 2021. p. 116-121.

2. Glinka K.D. Soils of the Kyrgyz Republic. Orenburg. Regional Kyrgyz printing house of State Publishing House. 1923. 84 p.

3. Golozubov O.M., Rozhkov V.A., Alyabina I.O. and others. Technologies and standards in the information system of the soil-geographical database of Russia // Pochvovedenie. 2015. No. 1., pp. 3-13, <https://doi.org/10.7868/S0032180X15010062>

4. Golozubov O.M., Chernova O.V. Dynamic formation and updating of a map of organic carbon reserves on the territory of Russia as a task of intelligent analysis of Big Data // Intelligent systems. Theory and applications. 2022. T. 26, No. 1., p. 139-144.

5. Kovaleva I.V., Chirukhin A.V. Digitalization and management of land and resource potential of the agro-industrial complex / Bulletin of Syktyvkar State University. 2022. T. 2, No. 1. pp. 23-30.

6. Mamytov A.M. Features of soil cover and biological productivity of soils in Kyrgyzstan - Frunze: Kyrgyzstan, 1979. 68 p.

7. Ognitsev S.B. Digitalization of the economy and the economics of digitalization of the agro-industrial complex // International Agricultural Journal. – 2019. – No. 2 (368). – P. 77-80.

8. Shoba S.A., Stolbovoy V.S., Alyabina I.O. and others. Soil-geographical database of Russia // Pochvovedenie. 2008. No. 9., p. 907-913.

9. Shoba S.A., Alyabina I.O., Golozubov O.M., Chekmarev P.A., Lukin S.V., Chernova O.V., Kolesnikova V.M. Experience in creating an information system for the rational use of soil resources / Bulletin of Moscow State University. Episode 17. Soil Science. 2023. T.28. No. 4, p. 14–28.