

Научная статья

Original article

УДК 631.15 631.422 631.423 631.458

DOI 10.55186/25876740_2022_6_3_18

**ИНФОРМАЦИОННО-СПРАВОЧНАЯ СИСТЕМА
АГРОКЛИМАТИЧЕСКИХ И ПОЧВЕННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ
НЕЧЕРНОЗЕМНОЙ ЗОНЫ РФ**

**REFERENCE - INFORMATION SYSTEM ON AGRI-CLIMATIC AND
SOIL PARAMETERS FOR THE NON-CHERNOZEM ZONE OF THE
RUSSIAN FEDERATION**



Кирейчева Людмила Владимировна, доктор технических наук, профессор, зав. отделом природоохранных и информационных технологий, руководитель научный руководитель по направлению мелиорация ФГБНУ «Всероссийский научно – исследовательский институт гидротехники и мелиорации имени А. Н. Костякова» (127434 Россия, г. Москва, ул. Большая Академическая, д. 44, строение 2), тел. 8(499)154-13-26, ORCID: 0000-0002-7114-2706, <http://orcid.org/0000-0003-2390-1736>), kireychevalw@mail.ru

Тимошкин Алексей Дмитриевич, аспирант, научный сотрудник отдела природоохранных и информационных технологий ФГБНУ «Всероссийский научно – исследовательский институт гидротехники и мелиорации имени А. Н. Костякова» (127434 Россия, г. Москва, ул. Большая Академическая, д. 44, строение 2).

Аветисян Алексан Левонович, младший научный сотрудник отдела природоохранных и информационных технологий ФГБНУ «Всероссийский

научно – исследовательский институт гидротехники и мелиорации имени А. Н. Костякова» (127434 Россия, г. Москва, ул. Большая Академическая, д. 44, строение 2).

Lyudmila V.Kireycheva, Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department. Department of Environmental Protection and Information Technologies, Head Scientific Director in the field of Land Reclamation of the All – Russian Research Institute of Hydraulic Engineering and Land Reclamation named after A. N. Kostyakov (127434 Russia, Moscow, Bolshaya Akademicheskaya str., 44, building 2), ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-2390-1736>), kireychevalw@mail.ru

Aleksej D. Timoshkin, graduate student, researcher of the Department of Environmental Protection and Information Technologies of the All – Russian Research Institute of Hydraulic Engineering and Land Reclamation named after A. N. Kostyakov (building 2, Bolshaya Akademicheskaya str., Moscow, 127434, Russia).

Aleksan L. Avetisyan, Junior Researcher of the Department of Environmental Protection and Information Technologies of the All – Russian Research Institute of Hydraulic Engineering and Land Reclamation named after A. N. Kostyakov (building 2, Bolshaya Akademicheskaya str., Moscow, 127434, Russia).

Аннотация. Цель работы заключается в разработке доступной для пользователя информационно-справочной системы (базы данных) для накопления, хранения и отображения информации по Нечерноземной зоны РФ. База данных включает информацию об агроклиматических, почвенных и административно-хозяйственных условиях региона, фактическую и потенциальную продуктивность сельскохозяйственных культур в разрезе субъектов, определяющих ведение сельского хозяйства. Информационно-справочная база создана с использованием географической информационной системе QGIS версии 3.20 и реализована в виде набора карт, разделенных по

базовым показателям, и справочных таблиц. Совокупность электронных карт состоит из административно-хозяйственной, физико-географической карт, аналитических климатических карт (температуры, радиационного баланса, осадков, коэффициента увлажнения и пр.), почвенной карты и двух специально разработанных карт: продукционного потенциала и энергетического ресурса основных типов почвы. В табличной форме представлена информация по климатическим, почвенным показателям, урожайности сельскохозяйственных культур, приведены актуальные и оптимальные значения агрохимических показателей почвенных разностей Нечерноземной зоны и требования растений к параметрам мелиоративного режима агроэкосистемы. Собранная и агрегированная информация позволяет выполнить оценку актуального состояния сельскохозяйственных угодий, сопоставление фактической урожайности с продукционным потенциалом в разрезе областей, а также наметить мероприятия по улучшению почвенных характеристик и обосновать возможность и целесообразность ввода в сельскохозяйственный оборот неиспользуемых земель в зависимости от их состояния и возможного продукционного потенциала.

Summary. The purpose of the research is to develop a user-accessible reference - information system (database) for both information storage and display in the Non-Chernozem zone of the Russian Federation. The database contains information on: agri-climatic, soil and administrative-economic conditions of the region; current and potential productivity of the crops characterizing agricultural management. The reference - information database created on the base the geographical - information system QGIS version 3.20 includes a set of maps on basic parameters and reference tables. The set of electronic maps includes: administrative – economic maps, physical-geographical maps, analytical climatic maps (temperature, radiation balance, precipitation, moisturizing coefficient, etc.), soil map and two specially designed maps: potential yield. energy status of the soil. The following data: climate, soil, crop yields, current and optimum agrochemical parameters as well plant requirements in reclamation are given for the Non-

Chernozem zone. The collected and structured information provides current status of agricultural land determining, comparison between current and potential yield for the given region and to select measures soil improvement and unused land return into circulation, depending on their condition and production potential.

Ключевые слова: информационно-справочная система, агроклиматические, почвенные показатели, продукционный потенциал, Нечерноземная зона РФ.

Keywords: reference - information system, agri-climatic, soil parameters, production potential, Non-Chernozem zone of the Russian Federation.

Введение. Нечерноземная зона Российской Федерации (НЗ РФ) является частью Европейской территории страны, занимающей площадь 2411,2 тыс. кв. км, из которых 36,8 млн. га приходится на сельскохозяйственные угодья. Ведение агропроизводства осложняется не всегда благоприятными агроклиматическими условиями и низким плодородием почв. Из-за большой протяженности с севера на юг и с запада на восток наблюдается разнообразие почвенно-климатических условий и почвенных особенностей. В литературных источниках имеется огромное количество информации по характеристикам данной территории и урожайности отдельных культур, которая по большей части представляет собой разрозненные данные по отдельным субъектам, входящим в состав НЗ РФ. Для эффективного и удобного анализа состояния сельскохозяйственных угодий, обоснования необходимости проведения агромелиоративных мероприятий с целью повышения урожайности сельскохозяйственных культур необходимым условием является систематизация и агрегация данных, их отображение в виде карт и таблиц, что дает возможность сопоставления фактических данных с нормативными показателями почвенного плодородия и продукционным потенциалом рассматриваемой области, а это позволит принять обоснованное решение по повышению эффективности сельскохозяйственного производства. Пользователем

информационно-справочной системы может стать любой сельскохозяйственный товаропроизводитель или любое юридическое или физическое лицо, заинтересованное в получении информации по рассматриваемому региону.

Материалы и методы. Информационно-справочная система (база данных) создана в дружественной к пользователю географической информационной системе (ГИС) с открытым кодом, распространяющаяся под GNU General Public License. QGIS является проектом Open Source Geospatial Foundation (OSGeo). Она работает на Linux, Unix, Mac OSX, Windows и Android, поддерживает множество векторных, растровых форматов, баз данных и обладает широкими возможностями [1]. При создании базы данных применялся современный подход к сбору и хранению данных программного обеспечения QGIS [2]. Данная программа позволяет отображать пространственные объекты на картографическом материале и привязывать к ним необходимую информацию. Преимуществом данного подхода является: удобное представление данных в виде картографического материала; возможность хранения больших объемов данных, их редактирование, добавление новых, а также совместимость с другими ПО; простое отображение информации в несколько действий.

Структура системы разработана в виде набора слоев карт, где к каждому субъекту НЗ РФ соответствует отдельный слой с привязанными пространственными объектами и определенными характеристиками, прописанными в атрибутивной таблице. Специальные агрегированные карты, созданы по моделям плодородия и энергетического ресурса почв.

К каждой карте в информационном модуле привязаны атрибутивные таблицы, в которых содержатся фактические и оптимальные значения основных показателей,

Источником распределения почвенного покрова является «Единый государственный реестр почвенных ресурсов России» и «Цифровая средномасштабная Почвенная карта Московской области в масштабах

1:2500000 и 1:300000 соответственно [3]. Границы субъектов РФ установлены на основе официальной информации о федеративном устройстве Нечерноземной зоны Российской Федерации на 2022 год. Данные по агрохимическим и климатическим показателям получены в результате анализа многочисленных литературных источников. Информационно-справочная система является открытой системой, которую возможно дополнять в зависимости от возникающих задач.

Результаты и обсуждения

База данных содержит совокупность электронных карт: административных границ субъектов Нечерноземной зоны РФ; физико-географическая карта; карты радиационного баланса, температуры воздуха, осадков, коэффициента увлажнения; почвенная карта, карта продукционного потенциала и энергетического ресурса почвы, созданные по соответствующим моделям [4, 5] (рисунок 1).



Рисунок 1 – Набор слоев электронных ГИС-карт

К климатическим картам добавлены таблицы, в которых представлена информация по климатическим показателям НЗ РФ в разрезе областей (рисунок 2.).

Коэффициент увлажнения ...		
J_reg_id	J_факт	J_опт
1	Мурманская о...	0,8
2	Пермский край	1,23
3	Свердловская ...	0,97
4	Вологодская о...	1,08
5	Владимирская ...	1,14
6	Калининградс...	1,72
7	Новгородская ...	1,12
8	Тверская обла...	1,22
9	Калужская обл...	1,33
10	Ивановская об...	1,26

Осадки —...	
O_reg_id	Осадки
1	Мурманская о...
2	Пермский край
3	Свердловская ...
4	Вологодская о...
5	Владимирская ...
6	Калининградс...
7	Новгородская ...
8	Тверская обла...
9	Калужская обл...
10	Ивановская об...

Температ...	
T_reg_id	Темпе
1	Мурманская о...
2	Пермский край
3	Свердловская ...
4	Вологодская о...
5	Владимирская ...
6	Калининградс...
7	Новгородская ...
8	Тверская обла...
9	Калужская обл...
10	Ивановская об...

Рисунок 2- Атрибутивная таблица к аналитическим климатическим картам

Слой «Почвы НЗ РФ» представлен электронной почвенной картой содержащей информацию по территориальному расположению почвенного покрова всей Нечерноземной зоны РФ (Рис. 3). [5,6].

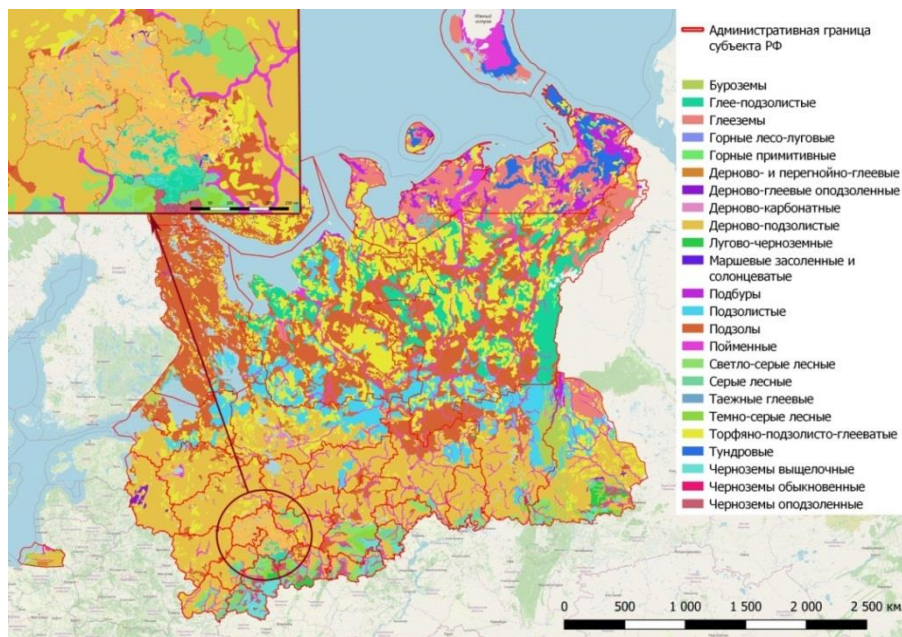


Рисунок 3- Электронная почвенная карта Нечерноземной зоны Масштаба 1: 1:2500000 с врезкой почвенной карты Московской области Масштаба 1:300000.

К почвенной карте привязана атрибутивная таблица с основными характеристиками почв: тип почвы; содержание NPK, pH, гидролитическая

кислотность, содержание гумуса и его качественный состав C_r/C_f для основных типов почвы в разрезе федеральных округов (рисунок 4).

	Soil	N	P2O5	K2O	Gumus_f	So_reg_id
1	Тундровые	NULL	NULL	NULL	NULL	Архангельская
2	Маршевые засоленные и солонцеватые	NULL	NULL	NULL	NULL	Архангельская
3	Пойменные	NULL	NULL	NULL	NULL	Архангельская
4	Глееземы	NULL	NULL	NULL	NULL	Архангельская
5	Подбуры	0,33	0,18	0,31	1,30	Архангельская
6	Глееземы	NULL	NULL	NULL	NULL	Архангельская
7	Торфяно-и торфянисто-подзолисто-глееватые	1,00	0,33	1,00	4,00	Архангельская
8	Подзолы	0,38	0,48	0,38	1,50	Архангельская
9	Подзолистые	0,5	0,48	0,38	2,00	Архангельская
10	Дерново-подзолистые	0,65	1,00	1,00	2,60	Архангельская

Рисунок 4 – Атрибутивная таблица к почвенной карте НЗ РФ

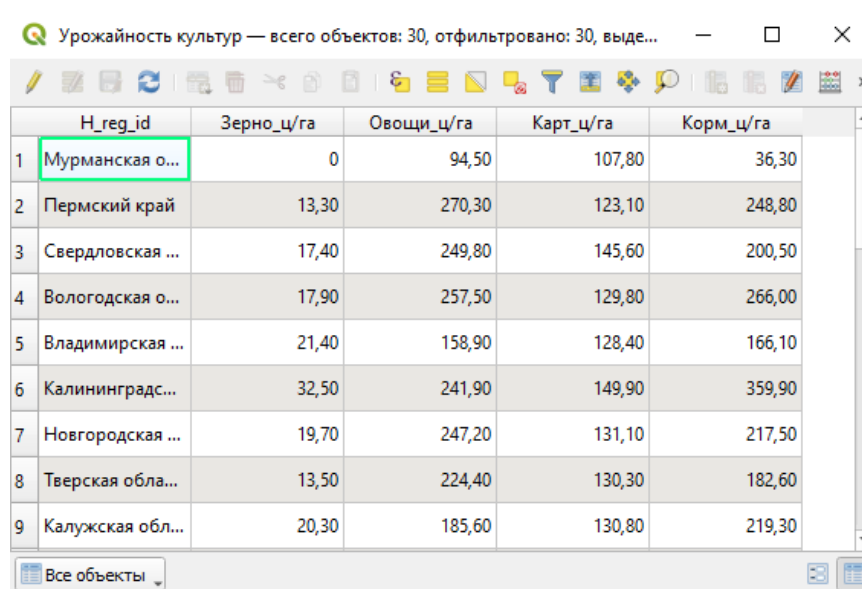
В качестве справочной информации приведены оптимальные значения агрохимических показателей, что делает возможным оценивать состояние почвенного покрова путем сравнения фактических данных с оптимальными значениями (таблица 1).

Таблица 1 – Фрагмент таблицы «Агрохимические показатели основных типов почв Нечерноземной зоны РФ в разрезе федеральных округов»

Тип почвы	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Гидролитическая кислотность мг-экв/100г	Кислотность солевой вытяжки, рН _{KCl}	Содержание гумуса, %	Сгк /Сфк
	в долях от максимально возможного при данных почвенных условиях						
Центральный федеральный округ							
Подзолы	0,15	0,57	0,40	6	4,5	1,5	0,7
Дерново-подзолистые	0,22	0,65	0,42	4	5,4	2,2	0,75
Торфяно-подзолистые	1,00	0,2	1,00	4	4,5	10	0,9

Светло-серые лесные	0,29	0,75	0,66	3	5,7	2,9	1,1
Серые лесные	0,35	0,88	0,80	2,5	5,5	3,5	1,1
Темно-серые лесные	0,48	1,00	0,65	2,5	5,3	4,8	1,1
Чернозем выщелоченный	0,59	0,20	0,32	4	5,3	5,9	2,29
Чернозем обыкновенный	0,46	0,46	0,58	2	6,5	4,6	2,9
Чернозем типичный	0,50	0,43	0,56	2,5	6,5	5,0	2,4

Кроме того, в качестве справочной информации приведены требования культурных растений к температурному, влажностному и питательному режимам почв и значения урожайности основных культур (зерновых и зернобобовых, картофеля, овощей и кормовых корнеплодов), за период 2010-2020 г.г. по субъектам федерации Нечерноземной зоны РФ, на основе которых рассчитаны средние значения урожайности по областям (рисунок 5). [5]



H_reg_id	Зерно_ц/га	Овощи_ц/га	Карт_ц/га	Корм_ц/га
1 Мурманская о...	0	94,50	107,80	36,30
2 Пермский край	13,30	270,30	123,10	248,80
3 Свердловская ...	17,40	249,80	145,60	200,50
4 Вологодская о...	17,90	257,50	129,80	266,00
5 Владимирская ...	21,40	158,90	128,40	166,10
6 Калининградс...	32,50	241,90	149,90	359,90
7 Новгородская ...	19,70	247,20	131,10	217,50
8 Тверская обла...	13,50	224,40	130,30	182,60
9 Калужская обл...	20,30	185,60	130,80	219,30

Рисунок 5 – Атрибутивная таблица слоя «Урожайность культур»

Показатели продукционного потенциала почв, представленные на карте (рисунок 6), являются осреднёнными по субъектам РФ с учетом

преобладающего использования в сельскохозяйственном производстве и структуры выращиваемых сельскохозяйственных культур.

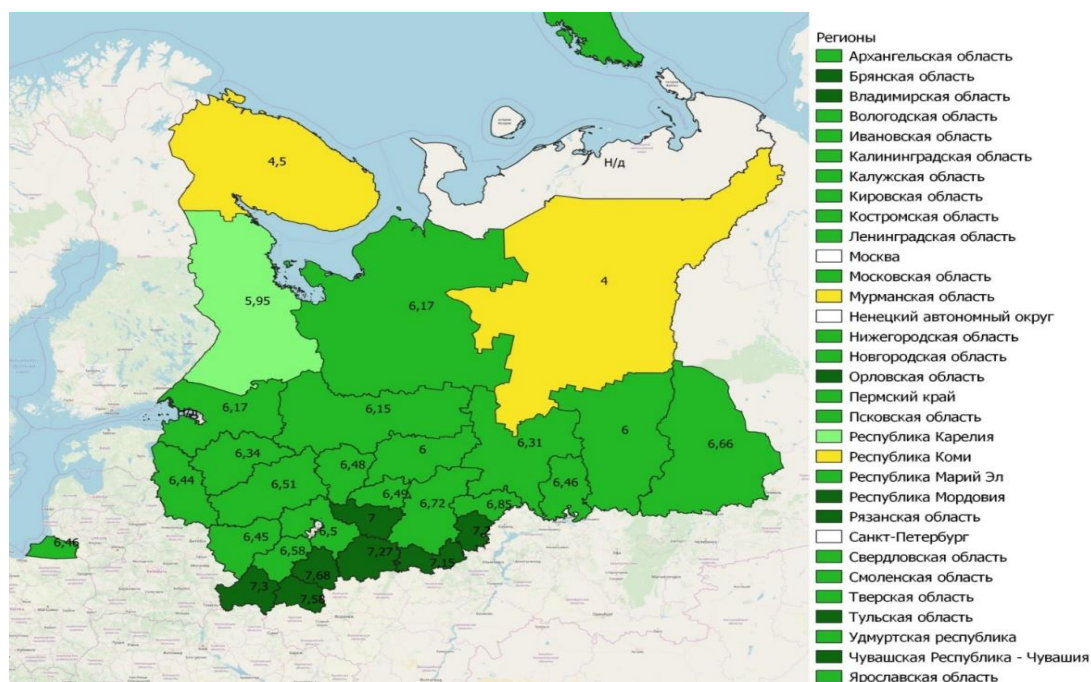


Рисунок 6 – Карта осредненного продукционного потенциала в разрезе областей Нечерноземной зоны

По данным фактических агрохимических показателей типов почв и климатических особенностей их территориального расположения рассчитан коэффициент энергетического ресурса почв и выведен в отдельный слой карт информационно-справочной системы (рисунок 7).

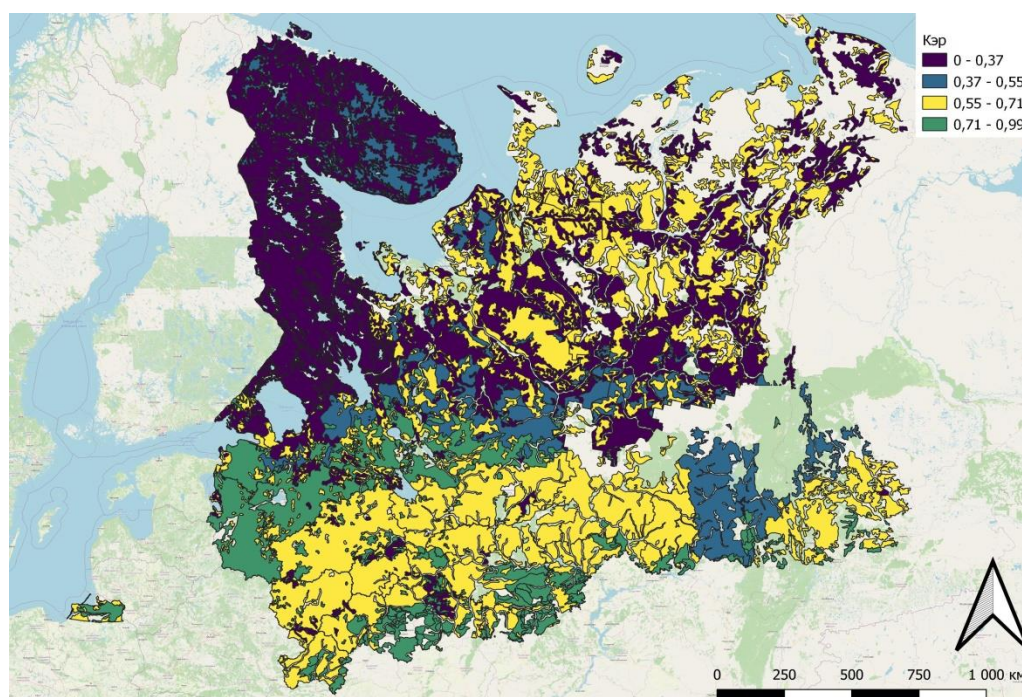


Рисунок 7 – Электронная карта коэффициента энергетического
ресурса почвы

При обращении к системе пользователю необходимо выбрать точку на местности и указать ее на карте, после чего данные отобразятся в отдельном окне программы. В QGIS также реализован поиск точек по координатам местности: долготы и широты. Такой способ позволяет с более высокой степенью точностью определить расположение интересующих объектов и получить все необходимые информационные и справочные данные для анализа сельскохозяйственной деятельности.

Выводы

Таким образом, представленная информационно-справочная система является удобным и объемным инструментом для использования информации агроклиматической, почвенной и хозяйственной информации для оценки состояния показателей земельных сельскохозяйственных ресурсов в пределах Нечерноземной зоны Российской Федерации. Использование такой базы позволяет производителям сельскохозяйственной продукции выбрать наиболее подходящие территории для выращивания различных культур, помочь в принятии решений по выбору агрохимических и мелиоративных мероприятий, либо решить вопрос о целесообразности введения в сельскохозяйственное использование залежных земель.

На основе сопоставления актуальных значений показателей мелиоративного режима и справочных данных осуществляется обоснование необходимости проведения того или иного мелиоративного или агротехнического мероприятия. Практическое использование информационного обеспечения в составе автоматизированной информационно-коммуникационной системы, ориентированной на условия Нечерноземной зоны РФ, будет способствовать интенсификации и повышению качества информационного обеспечения принятия управляющих воздействий по повышению природно-ресурсного потенциала агроэкосистем и интенсификации агропроизводства.

Литература

1. Карта OpenStreetMap <https://www.openstreetmap.org/> (data obrashcheniya 15.03.2022).
2. Программа QGIS версии 3.20. Режим доступа: <https://qgis.org/> , свободный. (data obrashcheniya 15.03.2022).
3. Цифровая среднемасштабная ПОЧВЕННАЯ КАРТА МОСКОВСКОГО РЕГИОНА / <https://soil-db.ru/> . Авторы: Алябина И.О., Болдырева В.Э., Голозубов О.М., Литвинов Ю.А., Минаева Е.Н., Пулин А.В. Год издания: 2019. Место издания: Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова. Факультет почвоведения Москва. Монография.
4. Кирейчева Л.В., Шевченко В.А. Состояние пахотных земель Нечерноземной зоны Российской Федерации и основные направления повышения плодородия почв // Международный сельскохозяйственный журнал. 2020. № 2. С. 12-16.
5. Кирейчева Л.В., Лентяева Е.А., Тимошкин А.Д. Информационно - коммуникационная технология оценки и регулирования энергетического состояния почв // International Agricultural Journal. 2020. Т. 63. № 6. С. 27
6. Единый государственный реестр почвенных ресурсов России / Общества почвоведов им. В.В. Докучаева / Москва – 2019. <http://egrpr.esoil.ru/>.
7. ЕМИСС государственная статистика [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.fedstat.ru/indicator/31533> , свободный.

References

1. Karta OpenStreetMap <https://www.openstreetmap.org/> (data obrashcheniya 15.03.2022).
2. Programma QGIS versii 3.20. Rezhim dostupa: <https://qgis.org/> , svobodnyj. (data obrashcheniya 15.03.2022).
3. Cifrovaya srednemasshtabnaya POCHVENNAYA KARTA MOSKOVSKOGO REGIONA / <https://soil-db.ru/> . Avtory: Alyabina I.O., Boldyreva V.E., Golozubov O.M., Litvinov YU.A., Minaeva E.N., Pulin A.V.

God izdaniya: 2019. Mesto izdaniya: Moskovskij gosudarstvennyj universitet imeni M.V. Lomonosova. Fakul'tet pochvovedeniya Moskva. Monografiya.

4. Kirejcheva L.V., Shevchenko V.A. Sostoyanie pahotnyh zemel' Nechernozemnoj zony Rossijskoj Federacii i osnovnye napravleniya povysheniya plodorodiya pochv // Mezhdunarodnyj sel'skohozyajstvennyj zhurnal. 2020. № 2. S. 12-16.
5. Kirejcheva L.V., Lentyaeva E.A., Timoshkin A.D. Informacionno - kommunikacionnaya tekhnologiya ocenki i regulirovaniya energeticheskogo sostoyaniya pochv // International Agricultural Journal. 2020. T. 63. № 6. S. 27
6. Edinyj gosudarstvennyj reestr pochvennyh resursov Rossii / Obshchestva pochvovedov im. V.V. Dokuchaeva / Moskva – 2019. <http://egrpr.esoil.ru/>.
7. EMISS gosudarstvennaya statistika [Elektronnyj resurs] – Rezhim dostupa: <https://www.fedstat.ru/indicator/31533> , svobodnyj.

© Кирейчева Л.В., Тимошкин А.Д., Аветисян А.Л., 2022. *International agricultural journal*, 2022, №3/2022, 1238-1250.

Для цитирования: Кирейчева Л.В., Тимошкин А.Д., Аветисян А.Л. ИНФОРМАЦИОННО-СПРАВОЧНАЯ СИСТЕМА АГРОКЛИМАТИЧЕСКИХ И ПОЧВЕННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ НЕЧЕРНОЗЕМНОЙ ЗОНЫ РФ //International agricultural journal. 2022. №3/2022, 1238-1250.