

УДК 631.48



DOI: 10.19047/0136-1694-2025-126-117-136



Ссылки для цитирования:

Устимук Г.М., Лозбенев Н.И. Ландшафтно-позиционная обусловленность вывода из сельскохозяйственного оборота земель Нечерноземья на примере Калининского муниципального округа Тверской области // Бюллетень Почвенного института имени В.В. Докучаева. 2025. Вып. 126. С. 117-136. DOI: 10.19047/0136-1694-2025-126-117-136

Cite this article as:

Ustimuk G.M., Lozbenev N.I., Landscape and positional substantiation of the withdrawal of fallow lands from agricultural use in Nonchernozem zone by the example of Kalininsky municipal district of Tver region, Dokuchaev Soil Bulletin, 2025, V. 126, pp. 117-136, DOI: 10.19047/0136-1694-2025-126-117-136

Благодарность:

Работа выполнена в рамках Государственного Задания Министерство науки и высшего образования РФ на тему: “Оптимизация сельскохозяйственного землепользования по экологическим и экономическим условиям в контексте современных вызовов” (№ FGUR-2025-0008).

Acknowledgments:

The work was carried out as part of the State Assignment of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation on the topic: “Optimization of agricultural land use under environmental and economic conditions in the context of modern challenges” (No. FGUR-2025-0008).

Ландшафтно-позиционная обусловленность вывода из сельскохозяйственного оборота земель Нечерноземья на примере Калининского муниципального округа Тверской области

© 2025 г. Г. М. Устимук^{1*}, Н. И. Лозбенев^{2**}

¹МГУ им. М.В. Ломоносова, Россия,
119991, Москва, Ленинские горы, 1,

*<https://orcid.org/0009-0002-4420-7241>,
e-mail: ustimuk.gennady@gmail.com.

²ФИЦ “Почвенный институт им. В.В. Докучаева”, Россия,
119017, Москва, Пыжевский пер, 7, стр. 2,
**<https://orcid.org/0000-0003-0377-3124>, e-mail: nlozbenev@mail.ru.

Поступила в редакцию 29.11.2024, после доработки 11.07.2025,
принята к публикации 13.11.2025

Резюме: Сельское хозяйство Тверской области, и Калининского муниципального округа в частности, сильно пострадало от вывода земель из сельскохозяйственного оборота и депопуляции. Посевная площадь с конца 1960-х до 2023 гг. уменьшилась в 8 раз. В связи с этим Правительством Российской Федерации была принята “Государственная программа эффективного вовлечения в оборот земель сельскохозяйственного назначения…”, в рамках которой необходимо оценить площади и качество залежных земель. В данной работе проведена оценка качества земель сельскохозяйственного назначения Калининского округа на основе крупномасштабных материалов землеустройства советского периода с использованием методов цифровой почвенной картографии. Составленная карта агроэкологических групп земель позволила дать оценку качества земель и определить целесообразность их использования в растениеводстве. Определено, что слабополугидроморфно-литогенная, литогенная и плакорная группы земель имеют самую высокую агроэкологическую ценность. Общая площадь залежи в пределах этих групп составляет 33.5 тыс. га, или чуть более 15% от общей площади земель сельскохозяйственного назначения Калининского округа. Ввод в оборот гидроморфных земель здесь нецелесообразен. Для оценки роли ландшафтного и позиционного факторов в процессе вывода земель из сельскохозяйственного оборота проведена инвентаризация площадей и состояния земель сельскохозяйственного назначения, рассчитана удаленность от важных инфраструктурных и природных объектов. Выявлено, что наиболее сильно на вывод земель из сельскохозяйственного оборота повлияла удаленность от дорог с твердым покрытием, а ландшафтный фактор занял второе место, причем он в 2.5 раза менее значим согласно F-критерию дискриминантной модели. Остальные позиционные факторы (расстояния до болот и водотоков) оказались второстепенны.

Ключевые слова: цифровое почвенное картографирование; агроэкологическая оценка земель; залежь; землепользование.

Landscape and positional substantiation of the withdrawal of fallow lands from agricultural use in Nonchernozem zone by the example of Kalininsky municipal district of Tver region

© 2025 G. M. Ustimuk^{1*}, N. I. Lozbenev^{2**}

¹*Lomonosov Moscow State University,
1 Leninskie Gori, Moscow 119234, Russian Federation,*
^{*}<https://orcid.org/0009-0002-4420-7241>,
e-mail: ustimuk.gennady@gmail.com.

²*Federal Research Centre “V.V. Dokuchaev Soil Science Institute”,
7 Bld. 2 Pyzhevskiy per., Moscow 119017, Russian Federation,
**<https://orcid.org/0000-0003-0377-3124>, e-mail: nlozbenev@mail.ru.*

Received 29.11.2024, Revised 11.07.2025, Accepted 13.11.2025

Abstract: Agriculture in the Tver Region, and the Kalininsky Municipal District, in particular, have suffered greatly from the withdrawal of lands from agriculture use and depopulation. The sown area has decreased by 8 times from the late 1960s to 2023. In this regard, the Government of the Russian Federation adopted the “State Program for the Effective Involvement of Agricultural Lands in Circulation...”, within the framework of which it is necessary to assess the area and quality of fallow lands. This paper assesses the quality of agricultural land in the Kalinin District based on both large-scale land management materials from the Soviet period and using digital soil mapping methods. The compiled map of agroecological land groups made it possible to assess the quality of the municipal district lands and determine the feasibility of crop growing on them. It was determined that the weakly semihydromorphic-lithogenic, lithogenic land and upland groups have the highest agroecological value. The total area of deposits within these groups is 33.5 thousand ha or slightly more than 15% of the total area of agricultural land in the Kalininsky District. Putting hydromorphic lands into agricultural use in the Region is not advisable. To assess the role of landscape and positional factors in land abandonment, an inventory of the areas and condition of agricultural lands was conducted, and the distances from important infrastructure and natural objects were calculated. It was found that the greatest impact on the withdrawal of follow lands from agriculture use was the distance from hard-surface roads, and the landscape factor took the second place, and it is almost 3 times less significant according to the F-criterion of

discriminant model. The remaining positional factors (distances from wetlands and watercourses) turned out to be secondary.

Keywords: digital soil mapping; agroecological land assessment; fallow lands; land use.

ВВЕДЕНИЕ

Уже несколько десятилетий для Российской Федерации актуальна проблема вывода земель из сельскохозяйственного оборота. Тренд на сокращение обрабатываемых земель начался еще в начале XX в. перед революцией, усилился в советские годы, а при переходе к рыночной экономике приобрел и вовсе пугающие масштабы (Милов, 2006; Люри и др., 2010; Матасов, 2018; Prishcherov, 2013). Согласно постановлению Правительства Российской Федерации от 14 мая 2021 г. № 731 (далее ПП РФ № 731 от 2021) за период с 2010 по 2020 гг. площадь земель сельскохозяйственного назначения сократилась на 17.6 млн га (на 4.6%), также по состоянию на 2021 г. на территории земель сельскохозяйственного назначения 19.4 млн га пашни (5.1%) не используются. При этом с 1997 г. качественная оценка продуктивных сельскохозяйственных земель не проводится. В связи с этим с целью исполнения ПП РФ № 731 от 2021 была запущена “Государственная программа эффективного вовлечения в оборот земель сельскохозяйственного назначения…”, где одной из важных задач является “проведение оценки состояния плодородия неиспользуемой пашни…”.

На настоящий момент в науке уже имеется накопленный опыт в оценке качества земель и организации рационального землепользования с ландшафтной точки зрения (Николаев и др., 2008; Кирюшин, 2023). В течение длительного времени развивались описание и анализ морфологической структуры ландшафта для задач региональной оптимизации землепользования (Зворыкин, 1965, 1981; Николаев, 1987, 2000; Кирюшин, 2005). Также совершенствовались методы графической интерпретации морфологической структуры ландшафта, пройдя путь от качественного описания природной среды (Анненская и др., 1963; Мамай, 2005) до цифрового картографирования (Козлов, 2009; McBratney et al., 2003; Hengl, MacMillan, 2019). Одна из задач современного ланд-

шафтования – объяснить трансформацию структуры землепользования ландшафтно-экологическими и социально-экономическими причинами для принятия локальных и региональных управлений решений (Матасов, 2018).

Цель работы состояла в выявлении ландшафтно-позиционных причин вывода земель из сельскохозяйственного оборота Калининского муниципального округа Тверской области на основе привязанных крупномасштабных почвенных карт, ДДЗ и технологий цифрового картографирования.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ

Калининский муниципальный округ Тверской области занимает площадь 4 244.7 км². Климат умеренный со средними температурами в январе и июле -9°C и $+18^{\circ}\text{C}$ соответственно, и годовой суммой осадков 670 мм с варьированием от 500 до 1 000 мм. Вегетационный период длится 170–175 дней, а безморозный – примерно 130 дней (Дорофеев, 1992). Реки, в том числе р. Волга, характеризуются слабым развитием долин, но при этом амплитуда колебания высот в пределах исследуемой территории достигает 148 м. Среди водоемов сильно выделяются Петровские озера с общей площадью 82 км² в пределах болотного массива Оршинский мох. Сам же болотный массив имеет площадь 432 км² включая озера (1/10 исследуемой территории).

В физико-географическом отношении территория Калининского муниципального округа неоднородна – выделяются 4 района (Гвоздецкий и др., 1963; рис. 1а). Почти половину исследуемой территории (47.8%) занимает Волго-Оршинский район, для которого характерна большая заболоченность и пестрота почвенного покрова из-за частой смены почвообразующих пород. Рельеф выровненный с абсолютными высотами междуречий 150 м. В восточной части расположены крупные болотные массивы, а в западной преобладают дерново-среднеподзолистые супесчаные почвы, приуроченные к аллювиально-зандровой равнине. Для плоских и пониженных частей водоразделов характерны торфяно-подзолисто-глеевые почвы. Второе место по площади занимает физико-географический район Калининской гряды (26.4%). Рельеф холмистый ледникового происхождения.

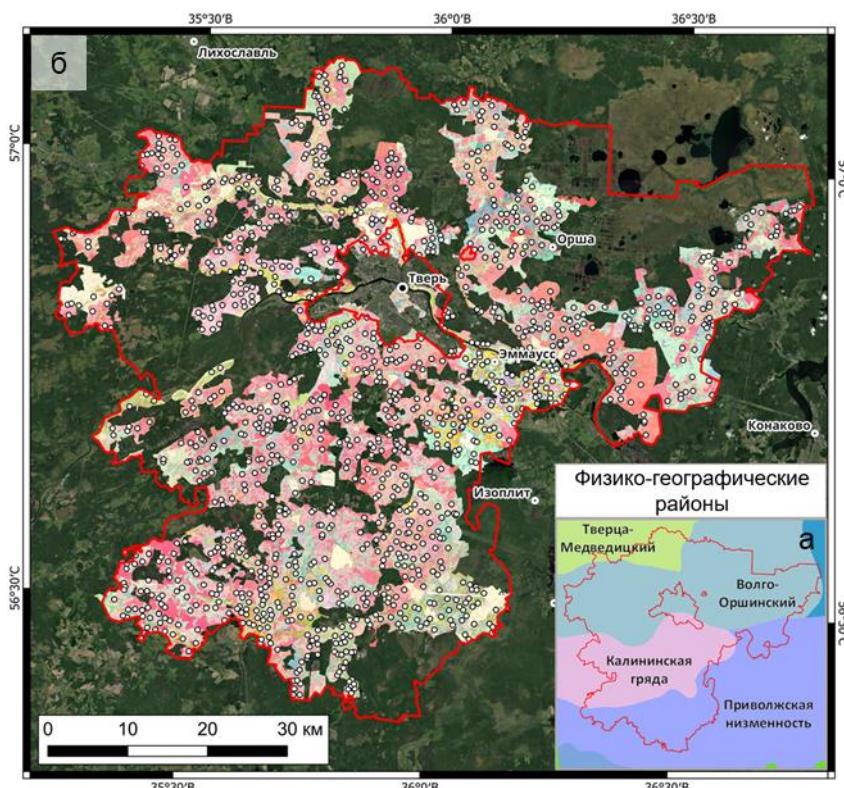


Рис. 1. Положение относительно единиц физико-географического районирования (а) и инвентаризация агротехнологических условий Калининского муниципального округа по данным ГФДЗ (б).

Fig. 1. Study area location above units of physical-geographical zoning (a) and inventory of agro-ecological conditions of the Kalininsky municipal district according to the State Fund for Agricultural Development (b).

Здесь находится самая высокая точка – 257 м. Среди почвообразующих пород преобладают моренные суглинки, но встречаются и супеси. На вершинах холмов распространены дерново-слабо- и среднеподзолистые почвы, на равнинах – средне- и сильноподзолистые. Плоские участки заболочены. Район Приволжской низменности (18.8%) представляет собой плоскую зандрово-

аллювиальную слабодренированную равнину с высотами 120–125 м. Преобладающие почвы – дерново-среднеподзолистые супесчаные, формирующиеся на песках мощностью более 1.5 м. Широко представлены болотные почвы. Тверца-Медведицкий район занимает незначительную площадь (5.7%) с высотами 150–200 м. В пределах Калининского муниципального округа его облик схож с Волго-Оршинским районом.

На сегодняшний день население округа превышает 50 тыс. человек, однако сильно выражен отрицательный тренд: с 1950-х годов население снизилось на 20 тыс. человек. В послевоенные годы Калининский район был одним из крупнейших сельхозтоваропроизводителей Тверской области, однако к 2016 г. с конца 1960-х площадь сельскохозяйственных угодий в Тверской области сократилась более чем на 2 млн га. Также отрицательная тенденция отражается в сокращении посевной площади.

Для характеристики природных условий муниципального округа были использованы материалы Государственного фонда данных, полученных в результате землеустройства (ГФДЗ): крупномасштабные (1 : 10 000) планы внутrixозяйственного землеустройства и почвенные карты колхозов и совхозов 1970-х годов (36 хозяйств, рис. 1б). К каждой почвенной карте имеются очерки, подробно описывающие геоморфологические, геологические, геоботанические и почвенные условия предприятия с присвоенной агрономической оценкой. Привязка почвенных карт проводилась в программном обеспечении “Global Mapper” методом триангуляции с максимальной ошибкой в 30 м, используя 150–250 опорных точек на привязанных планах внутrixозяйственного землеустройства.

На почвенных картах отмечены положения опорных разрезов, имеющих подробное морфологическое и агрохимическое описание. На основе этих данных в ГИС был создан точечный векторный слой, в атрибутивной таблице которого содержалась информация о типе почвы, степени оглеения, гранулометрическом составе почв и почвообразующих пород, а также о глубине залегания морены. Суммарно нанесены местоположения 1 294 точек (рис. 1б). Каждая точка отнесена к одной из 10 агроэкологических групп земель (табл. 1). Под агроэкологическими группами земель

понимается территория, выделяемая по ведущим агроэкологическим факторам, которые определяют направление сельскохозяйственного использования, а также по степени их проявления и сопутствующим лимитирующими факторам (Кирюшин и др., 2005).

Таблица 1. Общая выборка описаний опорных разрезов, отнесенных к различным агроэкологическим группам земель

Table 1. General sample of soil descriptions in reference to various agroecological groups of land

1. Пла-корные	2. Слабо-эрзационные	3. Слабополу-гидроморфные	4. Сильно-полугидроморфные	5. Слабо-гидроморфные
140	17	374	118	48
6. Гидро-морфные	7. Литогенные	8. Слабо-полугидроморфно-литогенные	9. Сильно-полугидроморфно-литогенные	10. Пойменные
61	169	162	56	149

Почвы плакорной агроэкологической группы земель (№ 1 в табл. 1) представлены дерново-подзолистыми суглинистыми почвами, а также дерново-подзолистыми супесчаными, но с залеганием морены до 50 см от поверхности, которые приурочены к дренированным равнинам, сложенным моренными и покровными суглинками со склонами крутизной до 2°. Данная агроэкологическая группа считается наиболее ценной, так как не подвержена застою влаги. Почвы слабоэрзационной агроэкологической группы (2) приурочены к моренным равнинам, где крутизна склонов превышает 2°. Представлены слабосмытыми суглинистыми и супесчаными почвами, подстилаемыми мореной до 50 см. Менее плодородны из-за проявлений эрозионных процессов и оттока влаги, критичного в летний период.

Полугидроморфные агроэкологические группы (3–4) отличаются от вышеперечисленных более частыми и длительными пе-

риодами переувлажнения, что отразилось на морфологическом строении почв. Для слабополугидроморфной агроэкологической группы земель (3) характерны дерново-подзолистые поверхностно-глеевые, либо грунтово-глеевые, для сильнополугидроморфных (4) – профильно-глеевые и глеевые. К слабогидроморфным землям (5) отнесены варианты дерново-глеевых и дерново-перегнойно-торфянисто-подзолистых почв, а к гидроморфным (6) – земли с торфянисто- и перегнойно-глеевыми почвами.

Особое место занимает ряд литогенных агроэкологических групп (7–9). Они приурочены к водно-ледниковым равнинам и от других групп отличаются большей мощностью песчаных отложений и более глубоким залеганием морены (глубже 50 см). Песчаные почвы считаются менее плодородными в связи с меньшим содержанием физической глины и питательных веществ. Однако слабоглеевые почвы, особенно в сухие годы, дают больший урожай, чем неоглеенные (Кирюшин, 2005). Поэтому слабополугидроморфно-литогенные агроэкологические группы земель с дерново-подзолами глееватыми (8) более благоприятны для растениеводства, чем литогенные (7) с дерново-подзолами. Сильнополугидроморфно-литогенные агроэкологические группы земель (9) характеризуются преобладанием дерново-подзолов профильно-глеевых и глеевых. Отдельно выделяется пойменная агроэкологическая группа (10) в пределах речных долин с аллювиальными почвами.

Для составления карты агроэкологических групп земель на основе базы данных опорных разрезов муниципального округа использована методология цифровой почвенной картографии (Козлов, Сорокина, 2012; Minasny, McBratney, 2018). Моделирование выполнено методом случайного леса (Random Forest) в среде “R” (версия 4.4.1) с надстройкой “Rstudio” (версия: 2024.09.1) с использованием пакета “Caret” (версия 6.0–4.4.9). В качестве независимых переменных использованы вегетационные индексы, рассчитанные по данным космической съемки и производные морфометрические величины рельефа. Последние рассчитаны на основе цифровой модели местности Copernicus DEM с разрешением 30 м в программе “SAGA GIS”. Всего использовано 15 геоморфометрических величин, в том числе: TWI (топографический индекс

влажности), LS-фактор (эрозионный фактор рельефа), CNBL (базовый уровень сети водотоков), CND (расстояние до сети водотоков), Valley Depth (глубина долины), RSP (относительное положение на склоне), TPI (индекс топографического положения в локальной и региональной окрестностях), TRI (индекс расчлененности рельефа). В качестве индикационных характеристик использованы расчетные характеристики NDVI и NDWI за 2021–2023 гг. в разные сезоны года по данным съемочной системы Sentinel-2. Всего было использовано 8 сцен за следующие даты: 10.12.2021, 17.04.2022, 08.06.2022, 25.08.2022, 07.01.2023, 29.05.2023, 13.06.2023, 10.08.2023. Кроме того, в “Google Earth Engine” рассчитаны средние летние и среднемноголетние значения NDVI по безоблачным снимкам “Landsat 5–8” (1986–2023 гг.) и “Sentinel-2” (2018–2023 гг.).

Для земель сельскохозяйственного назначения проводилась инвентаризация современного состояния угодий методом визуального дешифрирования космических снимков сверхвысокого разрешения с сервисов “Google”, “Yandex”, “Bing”, “Esri”. В ходе визуального дешифрирования определялись угодья обрабатываемых, залежных земель и болотных массивов. Для оценки позиционного фактора на современное состояние угодий были взяты данные с картографического сервиса “OpenStreetMap”: асфальтированные дороги, населенные пункты с населением более 1 000 человек, постоянные и временные водотоки, заболоченные земли. На их основе были рассчитаны расстояния до болотных массивов, речной сети, населенных пунктов с населением больше 1000 человек и автомобильных дорог с твердым покрытием в растровом формате (рис. 2).

Оценка вклада позиционного и природного факторов, определяющих вывод земель из сельскохозяйственного оборота, проведена методом линейного дискриминантного анализа в программе “STATISTICA”, где в качестве зависимой переменной выступили виды угодий, а независимой – агрэкологические группы земель и позиционные факторы.

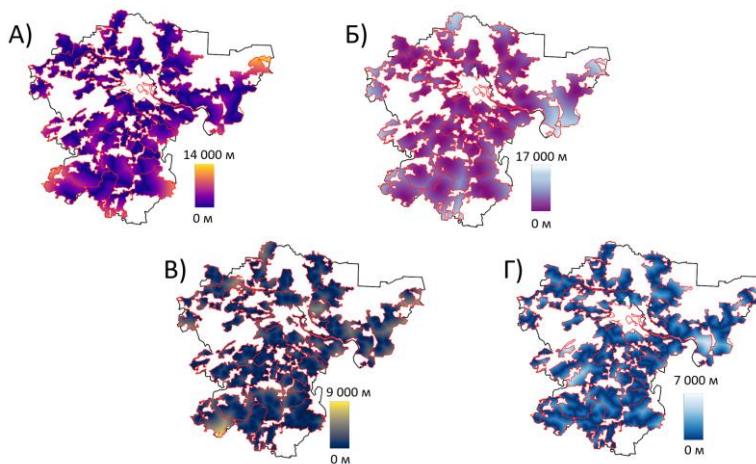


Рис. 2. Расстояния до А) дорог с твердым покрытием, Б) населенных пунктов с населением от 1 000 человек, В) заболоченных земель, Г) речных водотоков.

Fig. 2. Distances to А) paved roads, Б) settlements with a population more, than 1,000 people, В) wetlands, Г) river streams.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Точность предсказания доминантных агроэкологических групп земель в модели RandomForest составила 44%. Результат картирования приведен на рисунке 3. Наиболее значимыми в модели оказались 3 геоморфометрические переменные: абсолютная высота, превышение над базисом эрозии и глубина долин. Они определяют положение агроэкологических групп земель возрастающего гидроморфизма в факторном пространстве. Наименее значимые – мультиспектральные индексы по единичным снимкам и TPI с локальными окрестностями, что означает низкое влияние структуры малых мезоформ рельефа и локальных фитоценозов на иерархически более высокую ландшафтную структуру.

Расчет площадей агроэкологических групп в пределах округа показал (рис. 3), что наиболее распространены слабополугидроморфно- и сильно полугидроморфно-литогенные (19% и 18%).

Вместе полугидроморфные и гидроморфные агроэкологические группы занимают около 39%. Все вышеперечисленные агроэкологические группы земель (76%) пригодны для возделывания сельскохозяйственных культур только после проведения гидромелиоративных мероприятий.

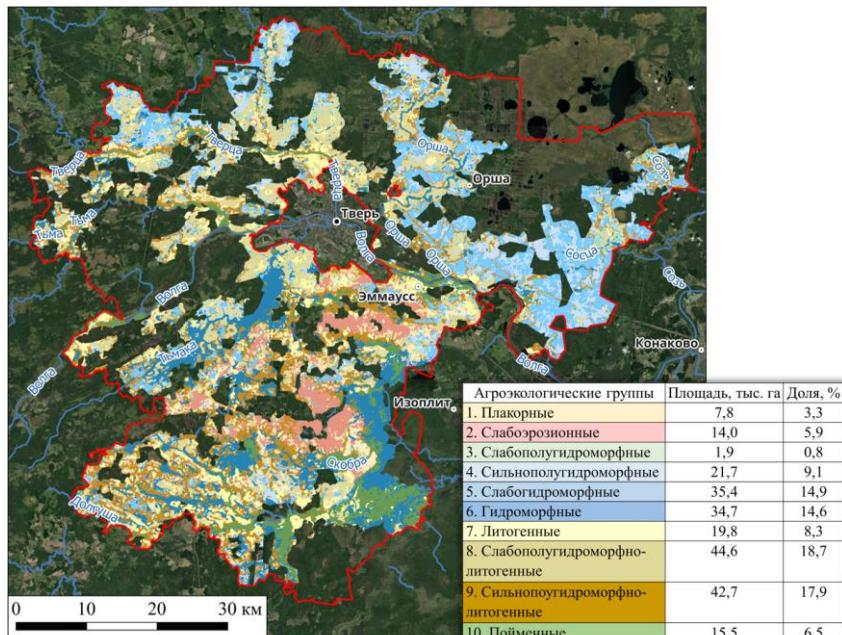


Рис. 3. Агроэкологические группы земель сельскохозяйственного назначения Калининского муниципального округа Тверской области.
Fig. 3. Agroecological groups of agricultural lands of the Kalininsky municipal district of the Tver region.

Рассматривая отдельно площади групп земель в пределах пашен (рис. 4А) и залежей (рис. 4Б) отмечаем, что наиболее распаханная группа – слабополугидроморфно-литогенная (57% площади пашен). Остальные же не занимают и 10% пашен, а полу-гидроморфные и гидроморфные не достигают 4%. В залежах тоже превалируют слабополугидроморфно-литогенные земли, однако

не так уж сильно (33%), так как здесь другие агроэкологические группы представлены лучше, чем в пашнях.

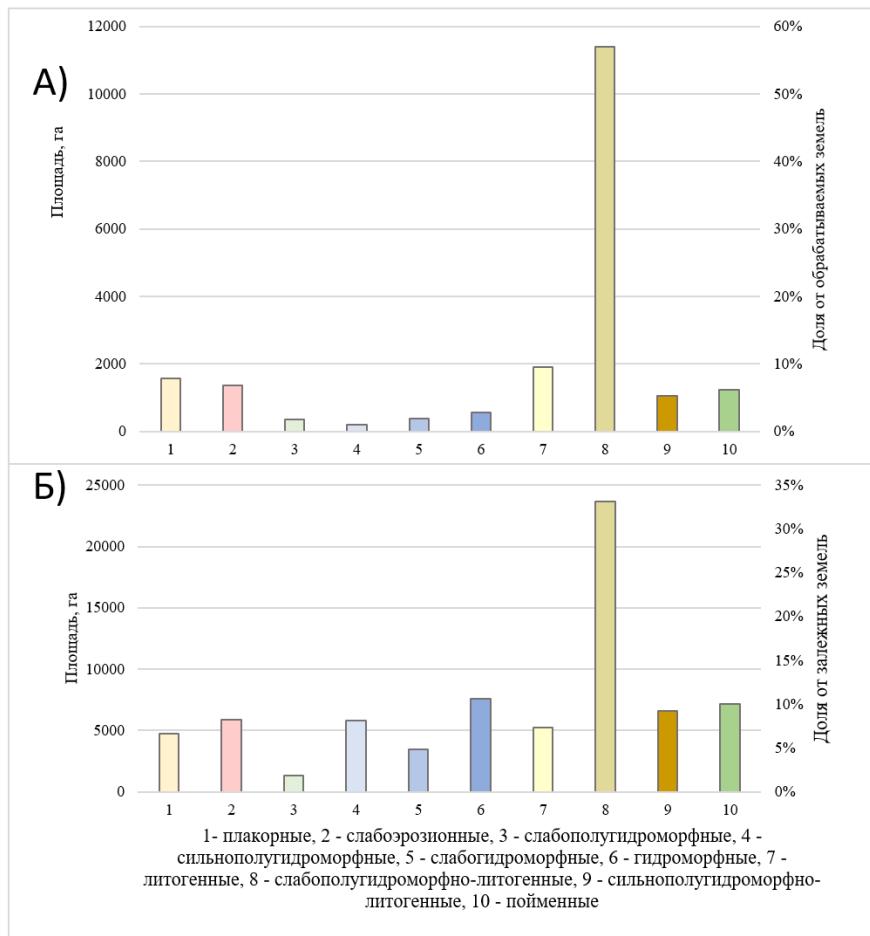


Рис. 4. Площади агроэкологических групп земель в пределах А) пашен и Б) залежей.

Fig. 4. The areas of agroecological land groups within А) arable land and Б) fallow land.

Важно отметить, что в залежах доли полугидроморфных и особенно гидроморфных земель сильно увеличились. Плакорные и слабоэрзационные (наиболее плодородные) земли в сумме достигают 9 тыс. га, что в 3.5 раза больше, чем на землях пашни.

Рассматривая соотношение пашни и залежи в пределах агроэкологических групп земель (рис. 5), обращаем внимание, что наименьшая степень распаханности характерна для трех наиболее переувлажненных агроэкологических групп: сильнополугидроморфной и обеих гидроморфных. Это объясняется тем, что переувлажнение в условиях Нечерноземья является крайне лимитирующим фактором для основных культур. Также неблагоприятными землями оказались сильнополугидроморфно-литогенные и пойменные агроэкологические группы, для которых тоже характерно сильное переувлажнение.

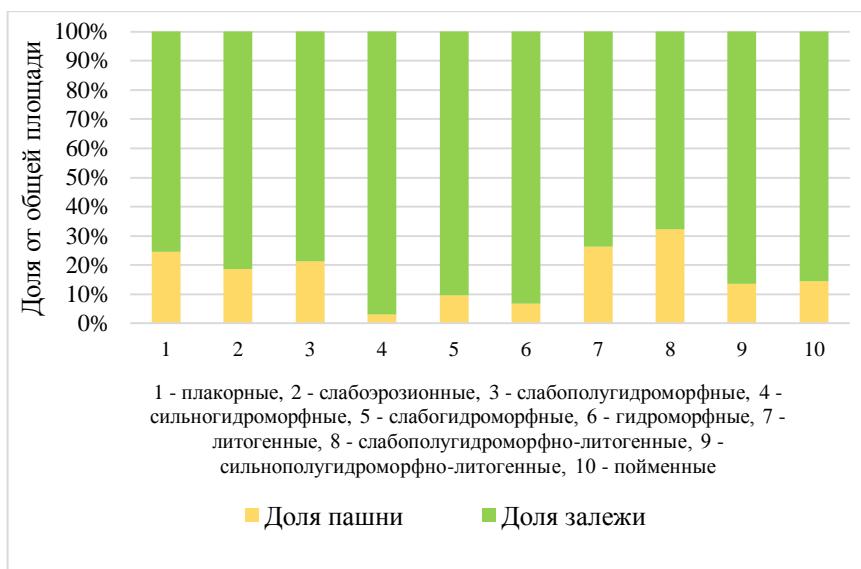


Рис. 5. Доли пашни и залежи в пределах каждой агроэкологической группы.

Fig. 5. Shares of arable land and fallow land within each agro-ecological group.

Соотношение пашни и залежи в пределах групп земель в условиях рыночной экономики рассматривается нами как индикатор пригодности земель для ведения сельского хозяйства. Самое благоприятное соотношение характерно для слабополугидроморфно-литогенной, литогенной и плакорной групп земель. Общая площадь залежей в пределах этих групп составляет 33.5 тыс. га или чуть более 15% от общей площади земель сельскохозяйственного назначения Калининского округа.

Проведенный для оценки вкладов позиционного и природного факторов дискриминантный анализ показал, что на распределение пашен и залежей в Калининском муниципальном округе наиболее сильно повлияла близость к автомобильным дорогам с твердым покрытием (табл. 2). Примерно в 2.5 раза слабее повлияли природные особенности территории (агроэкологические группы земель). Средний вклад в распределение пашен и залежей внесла близость до населенных пунктов с численностью населения от 1 000 человек, в 4.5 раза меньше – расстояния до дорог и в 1.7 раза меньше – природных особенностей территории. Менее всего повлияло расстояние до болот. Расстояние до водотоков не повлияло на распределение обрабатываемых и залежных земель в пределах района. Общая точность приведенной модели составила 62.7%.

Таблица 2. Индикационная таблица дискриминантного анализа при определении вкладов природного и позиционного факторов в разделении пашни и залежи

Table 2. Indicative table of discriminant analysis in determining the contributions of natural and positional factors in the division of arable land and fallow land

Переменные	F-критерий	p-value
Расстояние до дорог	13 883.91	0.000000
Агроэкологические группы земель	5 316	0.000000
Расстояние до населенных пунктов	3 069	0.000000
Расстояние до болот	119.35	0.000000
Расстояние до водотоков	3.54	0.059952

Таким образом, на распространение залежей и пашен оказали влияние как природные, так и позиционные факторы. Причем влияние природно-позиционных факторов (удаленность от болот и от речных водотоков) незначительно в отличие от инфраструктурно-позиционных (удаленность от дорог и населенных пунктов). Наиболее значимым фактором оказались автомобильные дороги с твердым покрытием, а агроэкологические условия имели значительно меньшее значение.

Анализ функций плотности распределения показывает (рис. 7), что на расстоянии более 5 км от дорог с твердым покрытием сельскохозяйственные земли не распаиваются или, говоря другими словами, все пашни в Калининском муниципальном округе сосредоточены в пределах пятикилометровой доступности от автомобильных дорог. А основная часть обрабатываемых земель сосредоточена в пределах 2,5 км от дорог.

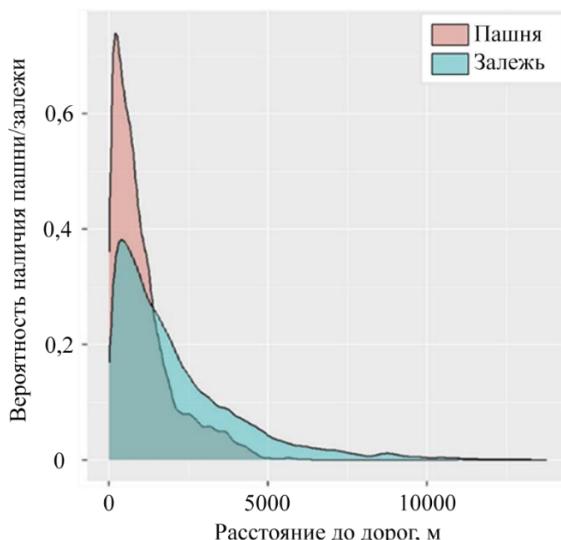


Рис. 6. Функции плотности распределения пашен и залежей относительно расстояний до дорог.

Fig. 6. Density plots of arable and fallow lands relative to distances from roads.

ВЫВОДЫ

Проведенное исследование показало, что крупномасштабные материалы внутрихозяйственного землеустройства имеют высокую ценность для почвенного и ландшафтного картографирования, анализа агроэкологических условий и оценки пригодности земель к возврату в сельскохозяйственный оборот. На основе спряженного анализа архивных и дистанционных материалов составлена карта агроэкологических групп земель и определены наиболее благоприятные земли. По нашим оценкам порядка 33.5 тыс. га или чуть более 15% от площади сельскохозяйственных земель имеют высокий для данного региона потенциал.

Показано, что на вывод земель из сельскохозяйственного оборота наиболее сильно повлияла удаленность от дорог с твердым покрытием, а ландшафтный фактор повлиял в меньшей степени. Остальные позиционные факторы, кроме близости к населенным пунктам, оказались незначимыми.

Проведенная агроэкологическая группировка и оценка земель на базе архивных и дистанционных материалов с применением методологии цифровой почвенной картографии показала свою высокую ценность для конкретных прикладных задач в условиях центрального Нечерноземья. Однако она нуждается в расширении и верификации обучающей и обучаемой выборок, применении методологии структуры почвенного покрова и включении литологического строения почвообразующих пород в качестве переменных для повышения точности моделей почвенно-ландшафтных связей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Анненская Г.Н. и др. Морфологическое изучение географических ландшаftов // Ландшафтovedение. М.: Изд-во АН СССР. 1963. С. 5–28.
2. Гвоздецкий Н.А. и др. Физико-географическое районирование Нечерноземного центра. М.: Изд. Моск. Унив., 1963. С. 192–200.
3. Дорофеев А.А. и др. География Тверской области. 1992. С. 31–55.
4. Зворыкин К.В. Сельскохозяйственная типология земель для кадастровых целей // Вопросы географии. 1965. С. 61–82.

5. История России XX – до начала XXI века: учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности 030401 “История” / Милов Л.В. и др. М.: Эксмо, 2006. 958 с.
6. Кирюшин В.И. и др. Агроэкологическая оценка земель, проектирование адаптивно-ландшафтных систем земледелия и агротехнологий. М.: ФГНУ “Росинформагротех”, 2005. 784 с.
7. Козлов Д.Н. Цифровой ландшафтный анализ при крупномасштабном картографировании структур почвенного покрова. М.: МГУ, 2009. 26 с.
8. Козлов Д.Н., Сорокина Н.П. Традиции и инновации в крупномасштабной почвенной картографии // Цифровая почвенная картография: теоретические и экспериментальные исследования. М.: Почвенный институт им. В.В. Докучаева, 2012. С. 35–37.
9. Люри Д.И. и др. Динамика сельскохозяйственных земель России в ХХ в. и постагрогенное восстановление растительности и почв. 2010.
10. Мамай И.И. Физическая география: структура, объекты и принципы исследований // Известия РГО. 2005. Вып. 3. С. 28–36.
11. Матасов В.М. Изменение структуры землепользования в ландшафтах Рязанской Мещеры с конца XVIII в.: Дис. ... к. г. н. М.: МГУ, 2018. 219 с.
12. Николаев В.А. Культурный ландшафт – геоэкологическая система // Вестник МГУ. Сер. 5. 2000. Т. 5. С. 3–8.
13. Николаев В.А., Копыл И.В., Сысюев В.В. Природно-антропогенные ландшафты (сельскохозяйственные и лесохозяйственные). М.: Географический факт. МГУ, 2008. 158 с.
14. Николаев В.А. Концепция агроландшафта // Вестн. МГУ. Сер. 5. География. 1987. № 2. С. 22–27.
15. Сельхоз Портал. URL: https://сельхозпортал.рф/analiz-posevnyh-ploshhadej/?region_id=2266®ion_child_id=4585&area=1.
16. Hengl T., MacMillan R.A. Predictive soil mapping with R // OpenGeoHub Foundation. Wageningen, 2019. P. 227–273.
17. McBratney A.B., Santos M.L.M., Minasny B. On digital soil mapping // Geoderma. 2003. Т. 117. № 1–2. С. 3–52.
18. Minasny B., McBratney A.B. Digital soil mapping: A brief history and some lessons // Geoderma. 2016. Vol. 264. Part B–C. P. 301–311. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2015.07.017>.
19. Open Topography // High-Resolution Topography Data and Tools. URL: https://portal.opentopography.org/raster?opentopoID=OTSDEM.032021.4326_3.
20. Prishchepov A.V. et al. Determinants of agricultural land abandonment in post-Soviet European Russia // Land use policy. 2013. Vol. 30. No. 1. P. 873–884.

REFERENCES

1. Annenskaya G.N. et al., *Morfologicheskoe izuchenie geografiche-skikh landshaftov* (Morphological study of geographical landscapes), *Landshaftovedenie*, Moscow: Izd-vo AN SSSR, 1963, pp. 5–28.
2. Gvozdetskii N.A. et al., *Fiziko-geograficheskoe raionirovanie Nechernozemnogo tsentra* (Physical and geographical zoning of the Non-chernozem center), Moscow: Izd. Mosk. Univ., 1963, pp. 192–200.
3. Dorozev A.A. et al., *Geografiya Tverskoi oblasti* (Geography of the Tver region), 1992, pp. 31–55.
4. Zvorykin K.V., *Sel'skokhozyaistvennaya tipologiya zemel' dlya kadastrovykh tselei* (Agricultural land typology for cadastral purposes), In: *Voprosy geografii* (Geographical Issues), 1965, S 6.67, pp. 61–82.
5. Milov L.V. et al., *Istoriya Rossii XX – do nachala XXI veka* (The history of Russia XX – to the beginning of the XXI century), Moscow: Eks-mo, 2006, 958 p.
6. Kiryushin V.I. et al., *Agroekologicheskaya otsenka zemel', proektirovaniye adaptivno-landshaftnykh sistem zemledeliya i agrotekh-nologii* (Agroecological assessment of lands, design of adaptive landscape systems of agriculture and agrotechnology), Moscow: FGNU “Rosinformagrotekh”, 2005, 784 p.
7. Kozlov D.N., *Tsifrovoyi landshaftnyi analiz pri krupnomasshtabnom kartografirovaniy struktur pochvennogo pokrova* (Digital landscape analysis for fine-scale mapping of soil cover structures), Moscow: MGU, 2009, 26 p.
8. Kozlov D.N., Sorokina N.P., Traditsii i innovatsii v krupno-masshtabnoi pochvennoi kartografii (Digital landscape analysis for large-scale mapping of soil cover structures), *Tsifrovaya pochvennaya kartografiya: teoreticheskie i eksperimental'nye issledovaniya*, Moscow: Pochvennyi institut im. V.V. Dokuchaeva, 2012, pp. 35–37.
9. Lyuri D.I. et al., *Dinamika sel'skokhozyaistvennykh zemel' Rossii v XX veke i postagrogennoe vosstanovlenie rastitel'nosti i pochv* (Dynamics of agricultural lands in Russia in the 20th century and post-agrogenic restoration of soil vegetation), 2010, pp. 28–36.
10. Mamai I.I., *Fizicheskaya geografiya: struktura, ob"ekty i printsyipy issledovaniya* (Physical geography: structure, objects and principles of research), *Izvestiya RGO*, 2005, No. 3, pp. 28–36.
11. Matasov V.M., *Izmenenie strukturny zemlepol'zovaniya v landshaftakh Ryazanskoi Meshchery s kontsa XVIII veka: Dis.... kand. geogr. n.* (Changes in the structure of land use in the landscapes of the Ryazan Meschera since the end of the XVIII century, Cand. Geogr. Sci. thesis), Moscow: Lomonosov Moscow State University, 2018, 219 p.

12. Nikolaev V.A., Kul'turnyi landshaft-geoekologicheskaya Sistema (Cultural landscape – geoecological system), *Vestnik MGU. Ser. 5*, 2000, Vol. 5, pp. 3–8.
13. Nikolaev V.A., Kopyl I.V., Sysuev V.V., *Prirodno-antropogennye landshafty (sel'skokhozyaistvennye i lesokhozyaistvennye)* (Natural and anthropogenic landscapes (agricultural and forestry)), 2008, Moscow: Faculty of Geography, Moscow State University, 2008, 158 p.
14. Nikolaev V.A., Kontsepsiya agrolandshafta (The conception of the agricultural landscape), *Vestn. MGU. Ser.5. Geografiya*, 1987, No. 2, pp. 22–27.
15. *Sel'khoz Portal* (Agricultural Portal), URL: https://sel'khozportal.rf/analizposevnyhploshhadej/?region_id=2266®ion_child_id=4585&area=1.
16. Hengl T., MacMillan R.A., Predictive soil mapping with R, *OpenGeoHub Foundation*, Wageningen, 2019, pp. 227–273.
17. McBratney A.B., Santos M.L.M., Minasny B., On digital soil mapping, *Geoderma*, 2003, Vol. 117, No. 1–2, pp. 3–52.
18. Minasny B., McBratney A.B., Digital soil mapping: A brief history and some lessons, *Geoderma*, 2016, Vol. 264, Part B–C, pp. 301–311, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2015.07.017>.
19. Open Topography, *High-resolution topography data and tools*, URL: https://portal.opentopography.org/raster?opentopoID=OTSDEM.032021.4326_3.
20. Prishchepov A.V. et al., Determinants of agricultural land abandonment in post-Soviet European Russia, *Land use policy*, 2013, Vol. 30, No. 1, pp. 873–884.