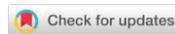


УДК 631.4

DOI: 10.19047/0136-1694-2023-116-26-42



Ссылки для цитирования:

Захарова М.К., Моргач Ю.Р., Сухачева Е.Ю. Трансформация почвенного покрова при прокладке высоковольтной линии электропередач // Бюллетень Почвенного института имени В.В. Докучаева. 2023. Вып. 116. С. 26-42. DOI: 10.19047/0136-1694-2023-116-26-42

Cite this article as:

Zakharova M.K., Morgach Yu.R., Sukhacheva E.Yu., Soil cover transformation after the laying of a high-voltage power line, Dokuchaev Soil Bulletin, 2023, V. 116, pp. 26-42, DOI: 10.19047/0136-1694-2023-116-26-42

Трансформация почвенного покрова при прокладке высоковольтной линии электропередач¹

© 2023 г. М. К. Захарова^{1*}, Ю. Р. Моргач^{1**}, Е. Ю. Сухачёва^{2***}

¹Центральный музей почвоведения им. В.В. Докучаева – филиал ФИЦ “Почвенный институт им. В.В. Докучаева”, Россия 199034, Санкт-Петербург, Биржевой проезд, д. 6,

* <https://orcid.org/0000-0002-0856-018X>, e-mail: 123masha123@mail.ru,

** <https://orcid.org/0000-0002-2422-8638>, e-mail: tima204@yandex.ru.

²Санкт-Петербургский государственный университет, Россия, 199034, Санкт-Петербург, Университетская набережная 9-11,

*** <https://orcid.org/0000-0003-3612-6265>, e-mail: lenasoil@mail.ru.

Поступила в редакцию 18.01.2023, после доработки 26.01.2023, принята к публикации 27.06.2023

Резюме: В настоящее время скорость антропогенных нарушений почвенного покрова значительно превышает скорость его естественного восстановления. В Ленинградской области, согласно современной цифровой почвенной карте масштаба 1 : 200 000, преобладают антропогенно-измененные подтипы естественных почв, образовавшиеся в результате хозяйственной деятельности человека. В рамках данной

¹ Опубликовано по материалам VI конференции молодых ученых “Почвоведение: Горизонты будущего. 2022”, посвященной 95-летию Почвенного института им. В.В. Докучаева.

работы рассмотрены антропогенные изменения почв и почвенного покрова территории высоковольтной линии электропередач. Участок размером 100×500 м расположен в Тихвинском районе между населенными пунктами Каливец и Новая Усть-Капша. Ландшафт территории относится к озерно-ледниковому равнинному, почвообразующие породы – озерно-ледниковые пески и супеси. Естественные почвы, не затронутые технологическими работами, выявлены только в лесу, за пределами просеки, проложенной при строительстве линии электропередач. Они представлены подзолами, подбурами, торфяно-подбурами, торфяно-подзолами и торфяно-глееземами. Выявлено, что на участке частично или полностью срезаны, турбированы, уплотнены горизонты исходных естественных почв, что привело к формированию их антропогенно-преобразованных подтипов: переуплотненных, абрадированных, турбированных и стратифицированных. Часть срединных горизонтов экспонирована на поверхность и перемещена по участку на десятки метров. После строительства высоковольтной линии в почвенном покрове появились абраземы, погребенные почвы и несколько типов непочвенных образований. Установлено, что для каждой технологической операции (вырубка леса, установка опор ЛЭП, организация мест штабелевки древесины, создание временных дорог) характерны специфические нарушения в почвенном покрове. Таким образом, после строительства ЛЭП на участке просеки не осталось почв с ненарушенным строением. Помимо кардинальной трансформации почвенного покрова, сведена естественная растительность, частично нарушены элементы мезорельефа и практически полностью изменен микрорельеф. Все последствия этих антропогенных нарушений в большей или меньшей степени влияют на качество выполняемых почвами экологических функций. При дальнейшей эксплуатации ЛЭП (расчистка просеки, обновление противопожарных минерализованных полос, обслуживание электросети) нарушения почвенного покрова будут периодически повторяться, не позволяя экосистеме вернуться в ее исходное состояние.

Ключевые слова: лесные почвы, антропогенно-измененные почвы, непочвенные образования, вырубка, ЛЭП.

Soil cover transformation after the laying of a high-voltage power line¹

© 2023 M. K. Zakharova^{1*}, Yu. R. Morgach^{1**},
E. Yu. Sukhacheva^{2***}

¹*V.V. Dokuchaev Central Soil Museum – Branch of the Federal Research
Centre “V.V. Dokuchaev Soil Science Institute”,*

6 Birzhevoy proezd, Saint Petersburg 199034, Russian Federation,

** <https://orcid.org/0000-0002-0856-018X>, e-mail: 123masha123@mail.ru,*

*** <https://orcid.org/0000-0002-2422-8638>, e-mail: tima204@yandex.ru.*

²*Saint Petersburg State University,*

7–9 Universitetskaya Emb., Saint Petersburg 199034, Russian Federation,

**** <https://orcid.org/0000-0003-3612-6265>, e-mail: lenasoil@mail.ru.*

Received 18.01.2023, Revised 26.01.2023, Accepted 27.06.2023

Abstract: Today the rate of anthropogenic transformations of the soil cover significantly exceeds the rate of its natural restoration. According to a modern digital soil map at a scale of 1 : 200,000 in the Leningrad Region anthropogenically modified subtypes of natural soils, which were formed as a result of human economic activity, predominate. The article considers anthropogenic changes in soils and soil cover of the territory of the high-voltage power line. The study area of 100×500 meters is located in the Tikhvinsky district between the settlements of Kalivets and Novaya Ust-Kapsha. The landscape of the territory belongs to the lake-glacial plain, the soil-forming rocks are lake-glacial sands and sandy loam. Natural soils that are not affected by technological works are found only in the forest, outside the clearing laid during the construction of the power line. These are Albic Podzol, Entic Podzol, Histic Albic Podzol, Histic Entic Podzol and Histic Gleysol. It was revealed that in the study area, the horizons of the original natural soils are partially or completely cut off, turbated, compacted, which led to the formation of their anthropogenically transformed subtypes: over-compacted, abraded, turbid and stratified. Sometimes soil material is exposed to the surface and moved over the study area by tens of meters. After the construction of the high-voltage line, new formations appeared in the soil cover, such as Podzol Nudispodic, buried soils and several types of non-soil formations. It is revealed that each technological operation (logging,

¹ *Proceedings of the VI Conference of Young Scientists “Soil Science: Horizons of the Future. 2022”, dedicated to the 95th anniversary of the V.V. Dokuchaev Soil Science Institute.*

installation of power transmission line supports, organization of places for technological operations and the creation of temporary roads) is characterized by its own special disturbances in the soil cover. Thus, after the construction of the power line, there were no natural soils with an undisturbed structure in the soil cover. In addition to the fundamental transformation of the soil cover at the site, natural vegetation was reduced, the mesorelief was partially disrupted and the microrelief was almost completely changed. All these anthropogenic transformations will affect the quality of the ecological functions of the soil cover. During the further operation of power transmission lines, such as clearing a cut-out clearing, updating fire-prevention mineralized strips, maintaining the power grid, disturbances of the soil cover will be periodically repeated, preventing the ecosystem from returning to its original state.

Keywords: soil cover, forest soils, anthropogenically transformed soils, non-soil formations, felling, Power Transmission Line.

ВВЕДЕНИЕ

Учитывая современные масштабы и темпы воздействия человека на почвы, проблема оценки почвенного покрова (ПП) антропогенно-преобразованных территорий приобретает особую актуальность. Вся территория Ленинградской области густо пронизана сетью ЛЭП, общая протяженность которой составляет почти 13 300 км ([Схема ..., 2021](#)). Каждый этап технологического процесса прокладки высоковольтных линий через лесные массивы влияет на почвы и ПП.

В литературе достаточно хорошо освещены вопросы, связанные с изменениями почв под влиянием вырубок ([Бобкова, 2012](#); [Бурова, 2007](#); [Герасимова, 2008](#); [Дымов, 2016](#); [Карпачевский и др., 1986](#); [Лаптева, 2015](#); [Тощева, 1983](#) и др.). Встречаются работы, рассматривающие влияние ЛЭП на отдельные компоненты почв ([Богородская, 2017](#); [Захарченко, 2014](#); [Сарокваша, 2006](#); [Щербаков, 2013](#)). Работ, посвященных оценке изменений почвенного покрова под ЛЭП, – единицы ([Захарченко, 2000, 2016](#)).

Перед строительством ЛЭП осуществляют вырубку просеки, проводят расчистку трассы от древесины, сооружают временные дороги, полигоны для разгрузки и сборки опор, через обводненные участки прокладывают лежневые дороги. Многообразие типов воздействий на ПП обуславливает разнообразие антропоген-

но-измененных естественных почв. Тяжелой техникой уплотняются, срезаются, перемешиваются маломощные поверхностные органо-генные и органо-минеральные горизонты лесных почв. Помимо этого, в результате антропогенного воздействия извлекаются и экспонируются на поверхность минеральные горизонты почв и материал почвообразующих пород. Под толщей насыпного или складированного материала естественные почвы становятся погребенными. Также на территории строительства ЛЭП появляются непочвенные образования (НПО). Это приводит к уменьшению доли эффективно функционирующей поверхности и снижению качества выполняемых ПП экологических функций (Добровольский, 2012; Карпаческий, 2005).

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ

Для изучения почв и ПП территории под высоковольтной линией электропередач в лесной зоне был выбран участок свежесрубленной просеки в восточной части Ленинградской области, в Тихвинском районе, между населенными пунктами Каливец и Новая Усть-Капша.

На космо- (рис. 1) и аэрофотоснимках (рис. 2) территория высоковольтной ЛЭП дешифровалась как светло-зеленая полоса с ровными границами на фоне темно-зеленого леса.



Рис. 1. Космоснимок участка (yandex.ru).

Fig. 1. Space image of the site (yandex.ru).



Рис. 2. Аэрофотоснимок территории ЛЭП (DJI Mavic mini).

Fig. 2. Aerial photograph of the power line territory (DJI Mavic mini).

Ландшафт территории относится к озерно-ледниковому равнинному ([Атлас ..., 2022](#)). Почвообразующими породами участка являются озерно-ледниковые пески и супеси. Относительный перепад высот до антропогенного воздействия составлял 4 м, после – 6 м. Естественная растительность прилегающих к участку территорий представлена елово-сосновым лесом на возвышенной части, сосново-еловым на склонах и сосново-еловым с примесью березы в выровненной пониженной части.

Размер исследуемого участка – 100 × 500 м. Он включает в себя вырубленную для целей возведения ЛЭП просеку и небольшие ареалы естественного леса по краям от нее. В соответствии с действующим Лесным кодексом РФ, произведенная вырубка относится к рубкам главного пользования, типу сплошных, подтипу узколесосечных ([Лесной кодекс ..., 2006](#)). При сплошной рубке весь древостой на лесосеке вырубается в один прием. Узколесосечная рубка – рубка, при которой ширина лесосеки не превышает 100 м.

На момент обследования, помимо произведенной рубки, на участке были организованы места штабелевки древесины, заложены противопожарные минерализованные полосы¹ (барьер от распространения огня по поверхности почвы в условиях низового пожара), установлена опора ЛЭП, по заболоченному участку проложена лежневая дорога (рис. 3).

На участке заложено 10 опорных почвенных разрезов, а также полуямы и прикопки, проведена аэрофотосъемка участка с помощью квадрокоптера DJI Mavic mini 2 (рис. 5) и составлена почвенная карта.

¹ **Противопожарная минерализованная полоса** – это искусственно созданная полоса на поверхности земли, очищенная от горючих материалов или обработанная почвообрабатывающими орудиями, либо иным способом до сплошного минерального слоя почвы ([Приказ ..., 2016](#)).

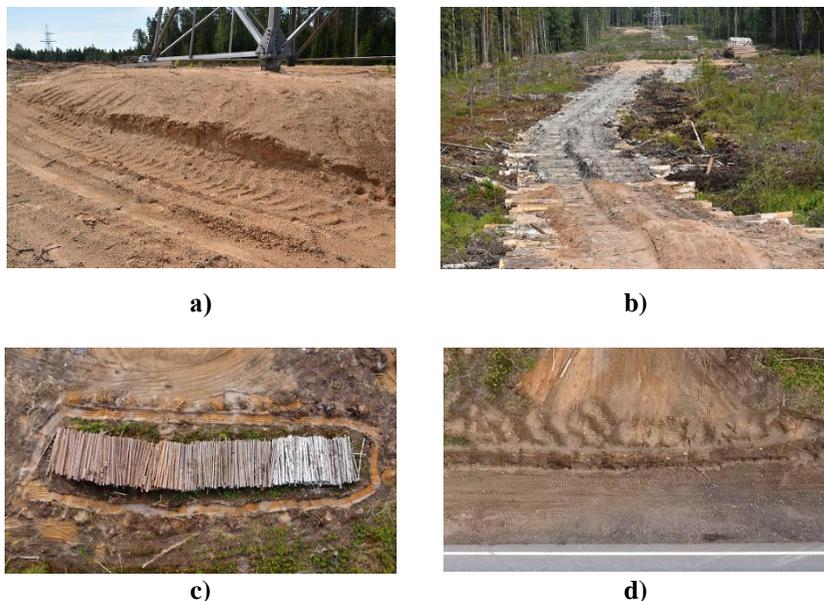


Рис. 3. Антропогенные нарушения естественного почвенного покрова исследуемой территории. **а)** Монтаж опоры ЛЭП. **б)** Лежневая дорога. **в)** Место штабелевки древесины. **д)** Противопожарная минерализованная полоса.

Fig. 3. Anthropogenic transformations of the natural soil cover of the study area. **a)** Installation of power transmission line supports. **b)** Lane road. **c)** Wood stacking areas. **d)** Fire-prevention mineralized strip.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В результате полевого исследования было выявлено, что естественные ненарушенные почвы на участке сохранились лишь за пределами проложенной для ЛЭП просеки. В южной, наиболее возвышенной части участка и в части северной под естественной растительностью на автоморфных позициях выявлены подзолы и подбуры иллювиально-железистые; у подножий склоновых позиций и в центральной выположенной части – подзолы и подбуры

глеевые; в понижениях – торфяно-глееземы¹ (рис. 6).

Почвенный покров просеки под ЛЭП является полным отражением проводимых при ее строительстве технологических операций. Более половины участка занимают антропогенно-измененные почвы. Почвы с нарушенной верхней частью диагностировали как турбированные, со срезанными и частично срезанными верхними горизонтами – абрадированными и абраземами, и почвы с привнесенным с окружающих территорий минеральным и органогенным материалом – стратифицированными и стратоземами (рис. 4).

Согласно технологическим операциям ([Справочник ..., 2007](#)), опора ЛЭП закрепляется при помощи фундамента, закапываемого в толщу почвы (грунта). До начала монтажных работ экскаваторами был заложен котлован, который полностью уничтожил естественные почвы. После сборки фундамента и установки опоры котлован был закрыт минеральным материалом. В результате образовалась возвышающаяся над основной поверхностью насыпь высотой 1 м (рис. 3а), которая выделена как контур НПО. Ареал вокруг несущей конструкции ЛЭП занят комбинацией подзолов и подбуров иллювиально-железистых абрадированных, турбированных, стратифицированных.

Помимо контура под опорой ЛЭП, на исследуемом участке выделены и другие типы НПО – лежневая дорога и места штабелевки древесины. Впоследствии при удалении лесоматериала они могут быть изменены на контуры нарушенных естественных почв. По периметру вырубленных и сложенных группами вдоль просеки деревьев заложена противопожарная минерализованная полоса. На ее поверхности хорошо просматриваются фрагменты подзолистого и альфегумусового горизонтов, что свидетельствует о наличии здесь до антропогенного вмешательства подзолов. На момент обследования почвы диагностированы как подзолы абрадированные.

¹ Названия почв даны согласно Классификации и диагностике почв России ([Классификация ..., 2004](#)).

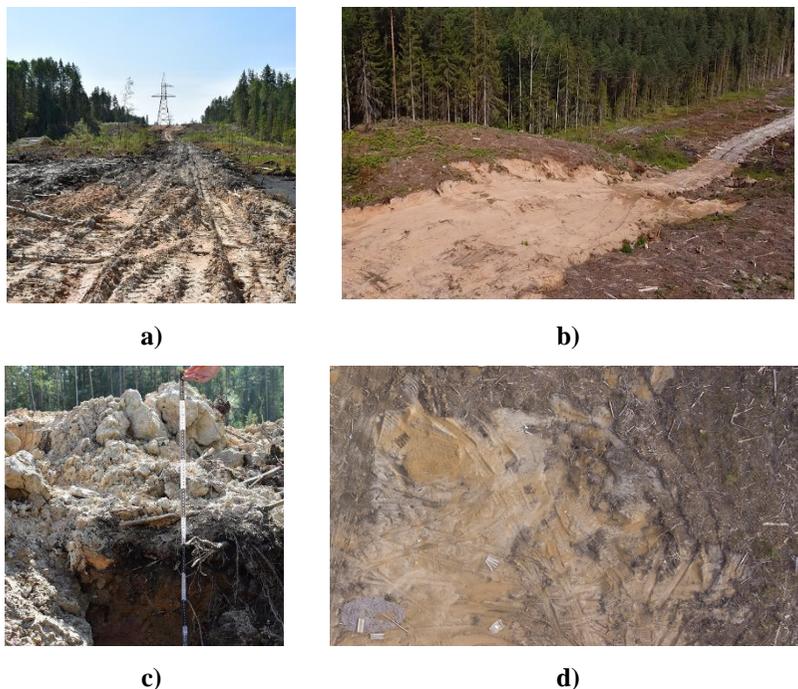


Рис. 4. Примеры антропогенно-нарушенных почв и НПО. **a)** Непочвенное образование. **b)** Абразем. **c)** Стратозем. **d)** Комбинация абрадированных, турбированных и стратифицированных почв.

Fig. 4. Examples of anthropogenically-transformed soils and non-soil formations. **a)** Non-soil formation. **b)** Abrazems. **c)** Stratozems. **d)** Combination of abraded, turbated and stratified soils.

В южной части участка по просеке проходит автомобильная дорога, по обеим сторонам которой во избежание возгораний заложены противопожарные минерализованные полосы. На дне таких полос (канал) выявлены абраземы альфегумусовые, по ее краям – стратоземы на подбурах и подбуры стратифицированные.

В средней низменной части участка, где были выявлены переувлажненные и заболоченные почвы, после строительства ЛЭП диагностированы антропогенно-преобразованные торфяно-подбуры и торфяно-подзолы глеевые иллювиально-железистые, а также торфяно-глееземы. Они представлены абрадированными,

турбированными, стратифицированными подтипами.

В северной части участка вдоль старой дренажной канавы обнаружены подзолы и подбуры окисленно-глеевые абрадированные и турбированные, подзолы и подбуры окисленно-глеевые стратифицированные.

В центре понижения проложена лежневая дорога. Для этого на поверхность почвы были уложены стволы вырубленных на участке деревьев. Далее на лесоматериал была нанесена турбированная масса, состоящая из фрагментов разрушенных горизонтов естественных почв, изъятых с двух сторон от искусственно проложенной дороги. Данный контур выделен как НПО. Ареалы искусственно созданных понижений выделены как абраземы глеевые, ареалы почв с мощной толщей стратифицированного материала – как стратоземы на погребенных почвах.

На почвенной карте отдельным условным знаком выделены ареалы стратифицированных почв. Это антропогенно-преобразованные почвы разных типов и подтипов, на поверхности которых находится минеральный материал (южная часть участка), либо порубочные остатки (центральная и северная части).

Таким образом, после строительства ЛЭП наблюдаются кардинальные изменения в почвенном покрове. Сведение растительности и нарушения строения почв неизбежно ведут к нарушению светового, теплового, воздушного и водного режимов, к смене видового состава растительных и животных сообществ почв.

Микрорельеф автоморфных участков после строительства ЛЭП приобрел отличный от исходного характер. Появилась колеиность, рытвины и микропонижения. На момент обследования на участке уже наблюдалась аккумуляция влаги и органогенного материала в микропонижениях. В ближайшие годы подобные процессы усилятся, что приведет к усложнению структуры почвенного покрова нарушенной территории.

Абрадированные почвы и абраземы склоновых позиций вследствие удаления верхних органогенных горизонтов будут подвержены эрозионным процессам. Не исключено образование промоин.



Рис. 5. Аэрофотоснимок участка.
Fig. 5. Aerial photograph of the site.

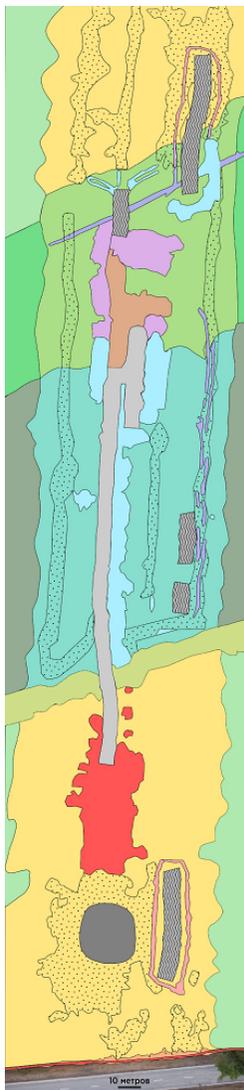


Рис. 6. Почвенная карта участка.
Fig. 6. Soil map of the site.

Условные обозначения

- Комбинация подзолов и подбуров иллювиально-железистых
- Абразмы альфумусовые
- Подбуря иллювиально-железистые стратифицированные и стратоземы
- Подзолы и подбуря иллювиально-железистые абразированные
- Подзолы и подбуря и-ж абразированные абразированные и турбированные
- Стратифицированные почвы
- Непочвенные образования
- Непочвенные образования на переуплотненных почвах
- Абразмы глеевые
- Торфяно-глееземы
- Торфяно-глеезема и торфяно-глеезема абразированные и стратифицированные
- Подбуря и подзолы глеевые иллювиально-железистые
- Подбуря и подзолы глеевые окислительно-глеевые абразированные турбированные
- Подбуря и подзолы глеевые и окислительно-глеевые стратифицированные

Прокладка лежневой дороги в значительной степени нарушила мезорельеф центральной части участка. Появились ямы, которые моментально заполнились грунтовой водой, что еще более усложнило гидрологическую обстановку самой обводненной части участка.

В значительной степени снизится эффективность экологических функций почв, временно погребенных под местами штабелевки древесины. В случае если вырубленные стволы деревьев останутся на месте размещения в течение продолжительного времени, функции почв будут утрачены.

Ввиду специфики дальнейшей эксплуатации данной территории (периодическая расчистка просеки под ЛЭП, ежегодное обновление противопожарных полос, обслуживание электросети) полного восстановления ее исходного биогеоценоза не произойдет. На смягчение последствий антропогенных нарушений отдельных участков просеки может потребоваться не менее 20–60 лет ([Тощева, 1983](#); [Захарченко, 2000](#); [Лаптева, 2015](#)). Таким образом, функции, выполняемые почвенным покровом таких территорий, в течение длительного времени не восстановятся.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

При строительстве ЛЭП сведена естественная растительность, частично изменен мезо- и значительно микрорельеф, уничтожена часть почв.

В пределах вырубленной для высоковольтной ЛЭП просеки почвенный покров повсеместно представлен только антропогенно-измененными почвами и НПО.

На долю НПО, которые в максимальной степени утрачивают свои экологические функции, приходится 15% площади участка.

Преобладающими почвами участка (34%) являются антропогенно-измененные естественные почвы. Площадь абраземов составляет – 5%, абрадированных почв – 4%. Комбинация небольших контуров абрадированных, турбированных и стратифицированных подтипов – 22%.

Доля ареалов естественных почв составляет 20%. Они приурочены к контурам естественного леса, не затронутого технологическими работами на участке.

Вырубка просеки привела к формированию в почвенном покрове турбированных, абрадированных и переуплотненных почв; складирование порубочных остатков – к появлению стратифицированных, организация мест штабелевки древесины – погребенных почв. Установка опор ЛЭП невозможна без полного разрушения определенной площади почв, которая впоследствии образует контур НПО, а окружающие территории – ареалы стратифицированных антропогенно-измененных почв. Создание временных дорог поспособствовало появлению абрадированных почв и абраземов, стратифицированных почв и стратоземов, а также НПО.

При дальнейшей эксплуатации территории ЛЭП полного восстановления ее исходного биогеоценоза и его функций не произойдет.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Атлас Ленинградской области / гл. ред. *Д.А. Субетто*. СПб: Издательство РГПУ им. А.И. Герцена, 2022. С. 34–35.
2. *Бобкова К.С., Лиханова Н.В.* Вынос углерода и элементов минерального питания при сплошнолесочных рубках древостоев ельников средней тайги // *Лесоведение*. 2012. № 6. С. 44–54.
3. *Богородская А.В., Пономарева Т.В., Ефимов Д.Ю., Шишкин А.С.* Трансформация эколого-функциональных параметров микробиоценозов почв на просеках линий электропередач в условиях Средней Сибири // *Почвоведение*. 2017. № 6. С. 731–743.
4. *Бурова Н.В., Феклистов П.А.* Антропогенная трансформация пригородных лесов. Архангельск: Изд-во Арханг. гос. ун-та. 2007. 264 с.
5. *Герасимова М.И., Исаченкова Л.Б.* “Короткая память” дерново-подзолистых почв в лесовосстановительных сукцессиях // *Память почв*. М.: Издательство ЛКИ. 2008. С. 638–649.
6. *Добровольский Г.В., Никитин Е.Д.* Экология почв. Учение об экологических функциях почв. М.: Издательство Московского университета. 2012. 412 с.
7. *Дымов А.А., Старцев В.В.* Изменение температурного режима подзолистых почв в процессе естественного лесовозобновления после сплошнолесочных рубок // *Почвоведение*. 2016. № 5. С. 599–608.
8. *Захарченко А.В.* Антропогенно-измененные почвы просек линий электропередач: Дис. ... канд. биол. наук: 03.00.16. Томск. 2000. 154 с.
9. *Захарченко А.В.* Вейвлет анализ мощности аккумулятивно-гумусового слоя почвенного покрова под линией электропередачи // *Properties of*

matter in the focus of attention of modern theoretical doctrines/creation as the factor of evolutionary development and the society's aspiration to perfection. 2014. С. 37–40.

10. *Захарченко А.В., Пасько О.А., Инатова Д.В., Раудина Т.В.* Антропогенные почвы на лесных землях санитарно-защитной зоны воздушной линии электропередачи сверхвысокого класса напряжения // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. 2016. Т. 327. №. 11. С. 86–95.

11. *Карпачевский Л.О.* Экологическое почвоведение. М.: ГЕОС, 2005. 336 с.

12. *Карпачевский Л.О., Строганова М.Н., Баранова О.Ю., Тощева, Г.П., Щегольникова Н.М.* Эволюция почвенного покрова при лесовосстановлении // Успехи почвоведения. Советские Почвоведы к XIII Международному конгрессу почвоведов. М.: Наука, 1986. С. 135–142.

13. Классификация и диагностика почв России. Смоленск: Ойкумена, 2004. 342 с.

14. *Лантева Е.М., Втюрин Г.М., Бобкова К.С., Каверин Д.А., Дымов А.А., Симонов Г.А.* Изменение почв и почвенного покрова еловых лесов после сплошнолесосечных рубок // Сибирский лесной журнал. 2015. №. 5. С. 64–76.

15. Лесной кодекс Российской Федерации (с изменениями на 29 декабря 2022 года). Кодекс РФ от 04 декабря 2006 г. № 200-ФЗ Федеральный закон от 04 декабря 2006 г. № 200-URL: <https://docs.cntd.ru/document/902017047>.

16. Приказ МЧС России от 25.12.2012 N 804 (ред. от 18.07.2016) Об утверждении свода правил “Инфраструктура железнодорожного транспорта. Требования пожарной безопасности” (вместе с “СП 153.13130.2013. Свод правил ...”).

17. *Сарокваша О.Ю.* Эколого-биохимический мониторинг состава почвы в зоне размещения высоковольтной ЛЭП // Вестник Самарского государственного университета. 2006. №. 7. С. 198–206.

18. Справочник по строительству и реконструкции линий электропередачи напряжением 0.4–750 кВ / Е. Гологорский. М.: Изд-во “ЭНАС”, 2007. 292 с.

19. Схема и программа развития электроэнергетики ленинградской области на 2021–2025 годы. Комитет по топливно-энергетическому комплексу ленинградской области. URL:

https://power.lenobl.ru/ru/deiatelnost/osnovnye_napravleniya/elektroenergetika-i-tehnologicheskoe-prisoedinenie-k-elektricheskim-se/shema-i-programma-razvitiya-elektroenergetiki-leningradskoj-oblasti/.

20. Тоцева Г.П. Изменение почвенного покрова на вырубках ельников южной тайги: Автореф. дис. ... канд. биол. наук: 06.01.03. М.: 1983. 24 с.
21. Щербаков И.В. Влияние электромагнитных полей воздушных линий электропередач на почвы лесных насаждений: Автореф. дис. ... канд. биол. наук: 06.01.02. Екатеринбург, 2013. 19 с.

REFERENCES

1. Subetto D.A. (Ed.), *Atlas Leningradskoi oblasti (Atlas of the Leningrad Region)*, Saint Petersburg: Izdatel'stvo RGPU im. A.I. Gertsena, 2022, pp. 34–35.
2. Bobkova, K.S. Likhanova N.V., Vynos ugleroda i elementov mineral'nogo pitaniya pri sploshnolesochnykh rubkakh drevostoev el'nikov srednei taigi (Removal of carbon and mineral nutrition elements during clear felling of spruce stands in the middle taiga), *Lesovedenie*, 2012, No. 6, pp. 44–54.
3. Bogorodskaya A.V., Ponomareva T.V., Efimov D.Yu., Shishikin A.S., Transformatsiya ekologo-funktsional'nykh parametrov mikrobootsenozov pochv na prosekakh linii elektroperedach v usloviyakh Srednei Sibiri (Transformation of ecofunctional parameters of soil microbial cenoses in clearings for power transmission lines in Central Siberia), *Pochvovedenie*, 2017, No. 6, pp. 731–743.
4. Burova N.V., Feklistov P.A., *Antrorogennaya transformatsiya prigorodnykh lesov* (Anthropogenic transformation of suburban forests), Arkhangel'sk: Izd-vo Arkhang. gos. un-ta, 2007, 264 p.
5. Gerasimova M.I., Isachenkova L.B., “Korotkaya pamyat” dernovo-podzolistykh pochv vlesovostanovitel'nykh suktsessiyakh (“Short memory” of soddy-podzolic soils in reforestation successions), *Pamyat' pochv*, Moscow: Izdatel'stvo LKI, 2008, pp. 638–649.
6. Dobrovol'skii G.V., Nikitin E.D., *Ekologiya pochv (Soil ecology)*. Uchenie ob ekologicheskikh funktsiyakh pochv, Moscow: Izdatel'stvo Moskovskogo universiteta, 2012, 412 p.
7. Dymov A.A., Startsev V.V., *Izmenenie temperaturnogo rezhima podzolistykh pochv v protsesse estestvennogo lesovozobnovleniya posle sploshnolesochnykh rubok* (Changes in the temperature regime of podzolic soils in the course of natural forest restoration after clearcutting), *Pochvovedenie*, 2016, No. 5, pp. 599–608.
8. Zakharchenko A.V., *Antropogenno-izmenennye pochvy prosek linii elektroperedach: Dis. ... kand. biol. nauk: 03.00.16* (Anthropogenically transformed soils of the glades of power lines, Cand. biol. sci. thesis, 03.00.16), Tomsk, 2000, 154 p.

9. Zakharchenko A.V., Veivlet analiz moshchnosti akumuliyativno-gumusovogo sloya pochvennogo pokrova pod liniei elektroperedachi (Wavelet analysis of the thickness of the accumulative-humus layer of the soil cover under the power line), In: *Properties of matter in the focus of attention of modern theoretical doctrines, Creation as the factor of evolutionary development and the society's aspiration to perfection*, 2014, pp. 37–40.
10. Zakharchenko A.V., Pas'ko O.A., Ipatova D.V., Raudina T.V., Antropogennyye pochvy na lesnykh zemlyakh sanitarno-zashchitnoi zony vozdushnoi linii elektroperedachi sverkhvysokogo klassa napryazheniya (Antropogenic soils on forest land of sanitary protection zone of extra high voltage overhead lines), *Izvestiya Tomskogo politekhnicheskogo universiteta. Inzhiniring georesursov*, 2016, Vol. 327, No. 11, pp. 86–95.
11. Karpachevskii L.O., Stroganova M.N., Baranova O.Yu., Toshcheva, G.P., Shchegol'nikova N.M., Evolyutsiya pochvennogo pokrova pri lesovostanovlenii (Soil cover evolution during reforestation), *Uspekhi pochvovedeniya. Sovetskie Pochvovedy k XIII Mezhdunarodnomu kongressu pochvovedov* (Proc. XIII Int. Congress Soil Science achievements. Soviet Soil Scientists), Moscow: Nauka, 1986, pp. 135–142.
12. Karpachevskii L.O., *Ekologicheskoe pochvovedenie* (Ecological soil science), Moscow: GEOS, 2005, 336 p.
13. *Klassifikatsiya i diagnostika pochv Rossii* (Classification and diagnostics of soils of Russia), Smolensk: Oikumena, 2004, 342 p.
14. Lapteva E.M., Vtyurin G.M., Bobkova K.S., Kaverin D.A., Dymov A.A., Simonov G.A., *Izmenenie pochv i pochvennogo pokrova elovykh lesov posle sploshnolesosechnykh ru-bok* (Changes in soils and soil cover of spruce forests after logging), *Sibirskii lesnoi zhurnal*, 2015, No. 5, pp. 64–76.
15. Forest Code of the Russian Federation (changed on December, 29, 2022), Kodeks RF ot 04 dekabrya 2006 g. No. 200-FZ Federal'nyi zakon ot 04 dekabrya 2006 g. No. 200-FZ, URL: <https://docs.cntd.ru/document/902017047>.
16. Prikaz MChS Rossii (Order of the Ministry of Emergency Situations of Russia), 25.12.2012 No. 804 (ed. 18.07.2016) “Ob utverzhdenii svoda pravil “Infrastruktura zheleznodorozhnogo transporta. Trebovaniya pozharnoj bezopasnosti” (vmeste s “SP 153.13130.2013. Svod pravil...” (“Railway transport infrastructure. Fire safety requirements” (along with “SP 153.13130.2013. Code of Regulations ...”).
17. Sarokvasha O.Yu., Ekologo-biokhimicheskii monitoring sostava pochvy v zone razmeshcheniya vysokovol'noi LEP (Ecologo-biochemistry monitoring of structure of ground in zone of accommodation of high-voltage power line), *Vestnik Samarskogo gosudarstvennogo universiteta*, 2006, No. 7, pp. 198–206.

18. Gologorskii E., *Spravochnik po stroitel'stvu i rekonstruktsii linii elektropredachi napryazheniem 0.4–750 kV* (Handbook on the construction and reconstruction of power lines with a voltage of 0.4–750 kV), Moscow: “ENAS”, 2007, 292 p.

19. Skhema i programma razvitiya elektroenergetiki lenin-gradskoi oblasti na 2021–2025 gody (Scheme and program for the development of the electric power industry of the Leningrad region for 2021–2025)., URL: https://power.lenobl.ru/ru/deiatelnost/osnovnye_napravleniya/elektroenergetika-i-tehnologicheskoe-prisoedinenie-k-elektricheskim-se/shema-i-programma-razvitiya-elektroenergetiki-leninradskoj-oblasti/.

20. Toshcheva G.P., *Izmenenie pochvennogo pokrova na vyrubkakh el'nikov yuzhnoi taiga: Avtoref. dis. ... kand. biol. nauk: 06.01.03*, (Changes in the soil cover on the felling of spruce forests of the southern taiga, Extended abstract of cand. biol. sci. thesis, 06.01.03), Moscow: 1983, 24 p.

21. Shcherbakov I.V., *Vliyanie elektromagnitnykh polei vozdushnykh linii elektropredach na pochvy lesnykh nasazhdenii: Avtoref. dis. ... kand. biol. nauk: 06.01.02*, (The influence of electromagnetic fields of overhead power lines on the soils of forest plantations, Extended abstract of cand. biol. sci. thesis, 06.01.02), Ekaterinburg, 2013, 19 p.