

ПРИРОДНЫЕ ЭКОЛОГО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ МАССИВОВ ПЕСЧАНЫХ ГРУНТОВ БЕЛОРУССИИ



Центральноберезинская водно-ледниковая равнина в Климовичском районе Могилевской области.

Источник: <https://planetabelarus.by/map/belarus/mogilyevskaya-oblast/klichevskiy-rayon/>

КОРОЛЕВ В.А.*

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, г. Москва, Россия, va-korolev@bk.ru

Адрес: Ленинские горы, д. 1, г. Москва, 119991, Россия

ГАЛКИН А.Н.

Витебский государственный университет им. П.М. Машерова, г. Витебск, Белоруссия, galkin-alexandr@yandex.ru

Адрес: Московский пр-кт, д. 33, г. Витебск, 210038, Белоруссия

Оригинальная статья

Поступила в редакцию 23.11.2023 / Принята к публикации 26.12.2023 / Дата публикации 30.12.2023

© ООО «Геомаркетинг», 2023

Аннотация

В представленной статье рассмотрены особенности природных эколого-геологических систем массивов песчаных грунтов элементарного уровня, которые широко распространены на территории Белоруссии. Несмотря на то, что эти системы занимают в стране значительные площади, они остаются практически не изученными, об их абиотических и биотических компонентах имеются лишь отрывочные разрозненные сведения. На основе ранее разработанной авторами классификации эколого-геологических систем территории Белоруссии в настоящей статье предпринята попытка составить их общую характеристику, а также выявить и описать особенности их абиотических (литотопа, гидротоп, эдафотоп) и биотических (микробоценоза, фитоценоза, зооценоза) компонентов. При этом впервые обоснована определяющая роль песчаных литотопов, сложенных песками различного генезиса, как литогенной основы рассматриваемых эколого-геологических систем, влияющих на особенности и биокосных (гидротоп, эдафотопов), и биотических компонентов. Именно песчаные литотопы обуславливают соответствующие типы формирующихся на них почв, а также микробных и растительных сообществ, состав почвенной биоты и сообществ беспозвоночных животных. На основе системного анализа показано, что эколого-геологические системы массивов песчаных грунтов представляют собой весьма сложные специфические образования, обладающие характерными особенностями структуры, состава и свойств. Изложенный материал и выявленные особенности могут служить основой для изучения и характеристики эколого-геологических систем песчаных массивов на территории Белоруссии при решении различных экологических проблем, а также при инженерно-экологических исследованиях и изысканиях. Они также могут учитываться для аналогичных эколого-геологических условий в России и других странах.

Ключевые слова:

эколого-геологическая система; литотоп; гидротоп; эдафотоп; микробоценоз; фитоценоз; зооценоз; эколого-геологические исследования; Белоруссия

Ссылка для цитирования:

Королёв В.А., Галкин А.Н., 2023. Природные эколого-геологические системы массивов песчаных грунтов Белоруссии. Инженерная геология, Том XVIII, № 4, с. 38–49, <https://doi.org/10.25296/1993-5056-2023-18-4-38-49>.

NATURAL ECOLOGICAL-GEOLOGICAL SYSTEMS OF SANDY SOILS IN BELARUS

VLADIMIR A. KOROLEV*

*Lomonosov Moscow State University; Moscow, Russia; va-korolev@bk.ru
Address: Bld. 1, Leninskie Gory, 119991, Moscow, Russia*

ALEXANDR N. GALKIN

*Masherov Vitebsk State University; Vitebsk, Belarus; galkin-alexandr@yandex.ru
Address: Bld. 33, Moskovskiy Ave, 210038, Vitebsk, Belarus*

Original paper

Received 23 November 2023 / Accepted 26 December 2023 / Published 30 December 2023

© Geomarketing LLC, 2023

Abstract

The paper examines the features of natural ecological-geological systems of massifs of sandy soils at the elementary level, widespread in the territory of Belarus. Despite the fact that these systems occupy significant areas in the country, they remain practically unstudied. There is only fragmentary scattered information about their abiotic and biotic components. Based on the taxonomy of ecological-geological systems of the territory of Belarus previously developed by the authors, this paper attempts to compile their general characteristics, as well as to identify and characterize the features of their abiotic (lithotope, hydrotape, edaphotope) and biotic (microbocenosis, phytocenosis, zoocenosis) components. At the same time, for the first time, the determining role of sandy lithotopes composed of sands of various genesis has been substantiated as the lithogenic basis of the considered ecological-geological systems, influencing the characteristics of both bioinert (hydrotape, edaphotopes) and biotic components. It is sandy lithotopes that determine the corresponding types of soils formed on them, as well as microbial and plant communities, the composition of soil biota and communities of invertebrate animals. Based on system analysis, it is shown that the ecological-geological systems of sandy soil massifs are very complex specific formations that have characteristic features of their structure, composition, and properties. The presented material and the identified features can serve as the basis for studying and characterizing the ecological-geological systems of sandy massifs on the territory of Belarus when solving various environmental problems, as well as during engineering-ecological research and surveys. They can also be taken into account for similar ecological-geological conditions in Russia and other countries.

Key words:

ecological-geological system; lithotope; hydrotape; edaphotope; microbiocenosis; phytocenosis; zoocenosis; ecological-geological research; Belarus

For citation:

Korolev V.A., Galkin A.N., 2023. Natural ecological-geological systems of sandy soils in Belarus. *Engineering Geology World*, Vol. XVIII, No. 4, pp. 38–49, <https://doi.org/10.25296/1993-5056-2023-18-4-38-49>.

Введение

На территории Белоруссии выделяется несколько типов природных эколого-геологических систем (ЭГС) элементарного уровня [8], среди которых ЭГС массивов песчаных грунтов пользуются достаточно широким распространением. Несмотря на то, что эти системы занимают в стране значительные площади, они остаются практически не изученными в эколого-геологическом отношении, об их абиотических и биотических компонентах имеются лишь отрывочные разрозненные сведения. Поэтому, основываясь на ранее разработанной авторами систематике ЭГС территории Белоруссии [8], в настоящей статье предпринята попытка составить их общую характеристику, а также выявить и охарактеризовать особенности их абиотических (литотопа, гидротопа, эдафотопа) и биотических (микробоценоза, фитоценоза, зооценоза) компонентов, что составляло **цель и задачи** настоящей работы.

Особенности абиотических компонентов ЭГС песчаных массивов

Территориально данные ЭГС относительно широко распространены в пределах Белоруссии. В основном рассматриваемые эколого-геологические системы характерны для Предполесья и Белорусского Полесья, а также долин крупных рек и их притоков. Отдельные площади распространения данных ЭГС встречаются в пределах равнин и низин Белорусского Поозерья и области Центральнo-белорусских гряд и возвышенностей. Их образование связано с деятельностью рек, озер, водно-ледниковых потоков и водоемов, аккумулировавших песок, который на некоторых участках был подвергнут переработке ветром.

Литотоп рассматриваемых ЭГС представлен песчаными массивами аллювиального, озерного, водно-ледникового и эолового генезиса. В гипсометрическом отношении они располагаются на абсолютных высотах от 103 до 190 м [7, 12, 19]. Поверхность массивов плоская или



Рис. 1. Дюнный рельеф Центральноберезинской водно-ледниковой равнины в Бобруйском районе Могилевской области. Источник: <https://www.youtube.com/watch?v=hrmqjxkmSUs>

Fig. 1. Dune terrain of the Central Berezinskaya fluvioglacial plain in the Babruysk District of the Mogilev Region. Source: <https://www.youtube.com/watch?v=hrmqjxkmSUs>

волнистая с колебаниями относительных высот 2–5 м. Типичный пример — Центральноберезинская водно-ледниковая равнина в Климовичском районе Могилевской области. Местами она приобретает холмистый или бугристый характер за счет камов и эоловых форм в виде одиночных дюн или бугристо-грядовых образований (рис. 1).

Строение массивов песчаных грунтов, выходящих на поверхность, весьма сложное, что обусловлено их различным генезисом. На рис. 2 представлен один из типичных разрезов таких массивов, распространенных в центральных и южных регионах Белоруссии по линии Борисов — Давид-Городок. Песчаные литотопы здесь представлены среднечетвертичными припятскими Q_{II}^{pr} и верхнечетвертичными поозерскими Q_{III}^{pz} аллювиальными, водно-ледниковыми, озерно-ледниковыми и озерными песчаными отложениями.

Среди экзогенных геологических процессов, развитых в пределах рассматриваемых песчаных литотопов, необходимо отметить эоловые процессы (перевывание, ветровую эрозию, эоловую аккумуляцию, дефляцию), а также выветривание, склоновую эрозию, а в понижениях — заболачивание. Пески также подвергаются сезонному промерзанию и оттаиванию [6].

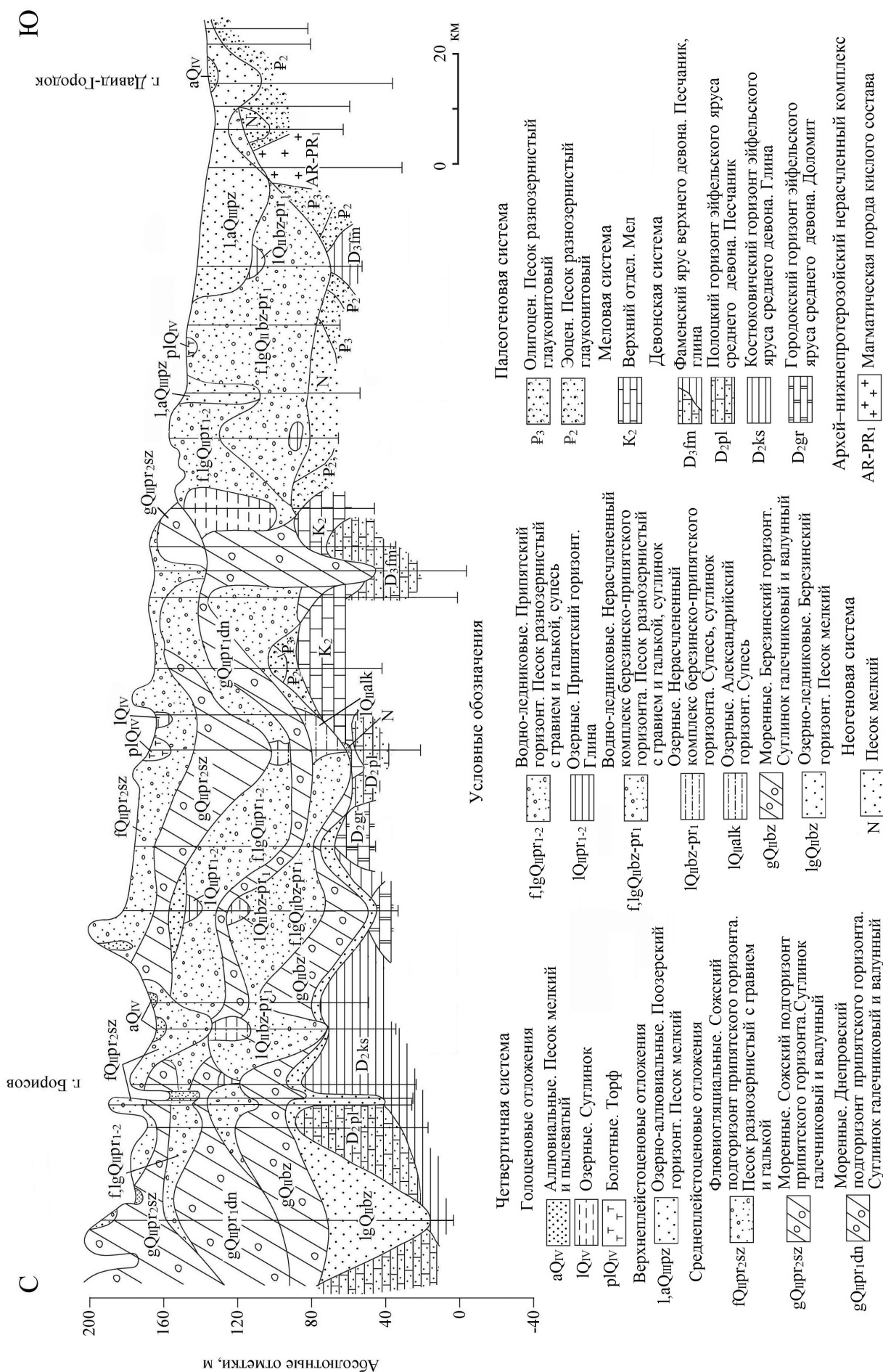
К основным особенностям данного песчаного литотопа, влияющим на биотические компоненты ЭГС, следует отнести: а) высокую пористость и аэрируемость в зоне аэрации массива, способствующие формированию газовых ресурсов, необходимых аэробным организмам; б) возможность организации в их пределах ресурса геологического пространства, используемого различными организмами как среды обитания (устройство убежищ и т.п.); в) создание условий относительно высокой геохимической миграции различных жидких, газообразных и биотических компонентов в вертикальном и горизонталь-

ном направлениях, обусловленных высокими коэффициентами проницаемости и фильтрации песков и их низкой сорбционной способностью; г) формирование природных аномалий геофизических полей (теплового, электромагнитного и др.) вследствие наличия у песков специфических параметров теплофизических, электрических и других свойств; д) потенциальное развитие на территориях песчаных грунтовых толщ эоловых процессов, влияющих на создание, состояние и деградацию природных экосистем, а также их биоразнообразие [16].

Как и литотоп, *гидротоп* рассматриваемых ЭГС массивов песчаных грунтов обладает специфическими чертами. Главными из них является наличие в пределах капиллярной каймы и ниже ресурсов воды, доступной для растений и различных организмов. Грунтовые воды во многих местах, особенно в понижениях рельефа, где есть глинистый водоупор, находятся относительно близко к поверхности (от нескольких десятков сантиметров до 1,5 м), что обеспечивает водным питанием многие растительные сообщества и в понижениях способствует заболачиванию. В частности, этим объясняется относительно большое количество луговых и лесных угодий, а также разнообразие почв.

Исходя из вышеизложенного, необходимо подчеркнуть, что именно песчаный литотоп оказывает определяющее влияние на все компоненты ЭГС и обуславливает реализацию всех экологических функций литосферы: ресурсной, геохимической, геодинамической и геофизической [15].

Эдафотоп рассматриваемых массивов представлен преимущественно автоморфными и полугидроморфными дерново-подзолистыми почвами. Наибольшее распространение среди них получили дерново-подзолистые почвы на водно-ледниковых песках (рис. 3, а). Они встречаются почти повсеместно участками различной вели-



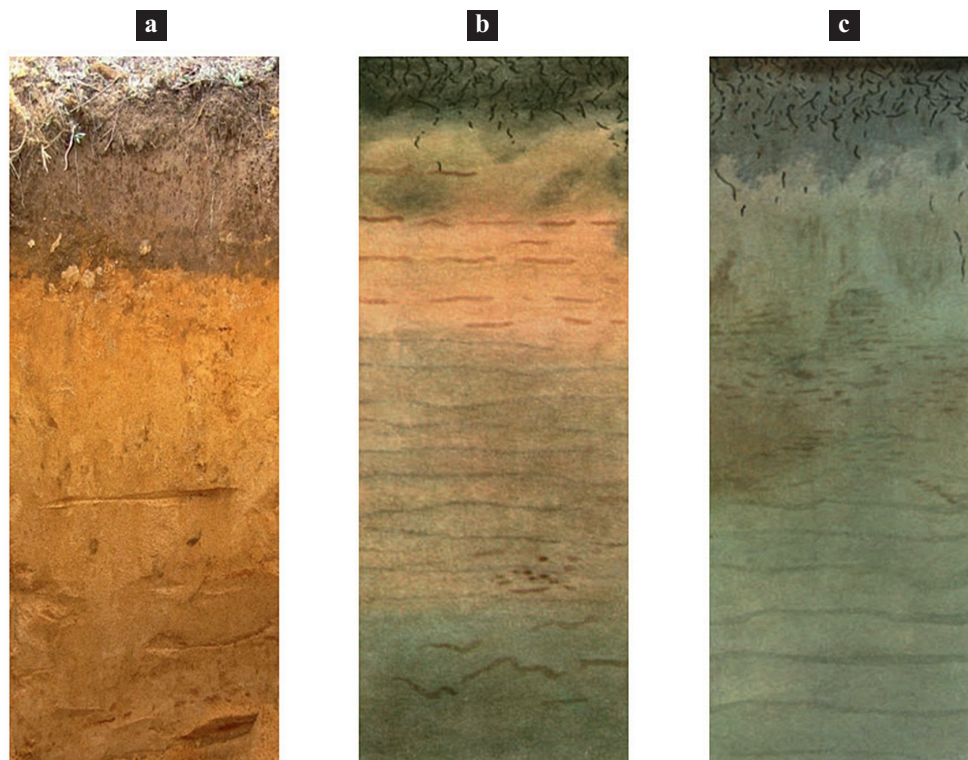


Рис. 3. Почвы массивов песчаных грунтов Белоруссии: а — дерново-подзолистая на мощных рыхлых водно-ледниковых песках; б — дерново-подзолистая оглеенная снизу на глинистых песках; с — аллювиальная дерновая слабogleеватая на рыхлых аллювиальных песках [9, 11]

Fig. 3. Soils of sandy massifs in Belarus: a — sod-podzolic on thick loose fluvioglacial sands; b — sod-podzolic gleic from below on clayey sands; c — alluvial sod weakly gleic on loose alluvial sands [9, 11]

ны на выровненных водоразделах, грибовидных возвышенностях, холмах, чаще приурочены к водно-ледниковым отложениям южнее границы поозерского оледенения. Почвенный профиль слабо дифференцирован на генетические горизонты. Подзолистый горизонт в чистом виде отсутствует. Для этих почв характерны неустойчивый водный режим, кислая реакция среды, незначительное содержание ила и даже физической глины. Они слабо обеспечены гумусом, калием и фосфором, обладают невысокой пористостью и гигроскопичностью [9, 11, 19].

На территории Белоруссии дерново-подзолистые почвы на озерно-ледниковых отложениях широкого распространения не получили и приурочены большей частью к равнинам и низинам Белорусского Поозерья. Они отличаются рыхлым строением, высокой водопроницаемостью и малой влагоемкостью. Во время снеготаяния и дождей промываются на большую глубину. Генетические горизонты сильно растянуты. Горизонт A_2 в явном виде отсутствует, а пятна оподзоливания простираются на большую глубину. Почвы имеют кислую реакцию, бедны гумусом, содержат мало калия, достаточно богаты фосфором [9].

Дерново-подзолистые почвы на моренных песках приурочены в основном к возвышенностям севера и центра страны (области Белорусского Поозерья и Центрально-белорусских гряд и возвышенностей). Они часто имеют слоистое строение; по своему плодородию являются лучшими в ряду дерново-подзолистых песчаных почв, но отличаются высокой степенью эродированности.

Дерново-подзолистые почвы на древнеаллювиальных песках относятся к самым бедным почвам страны. Подзолистый горизонт в их профиле выражен слабо из-за вы-

сокой водопроницаемости. Они характеризуются среднекислой реакцией среды по всему профилю, мало обеспечены гумусом, калием и фосфором, обладают высокой плотностью сложения, низкой влагоемкостью, гигроскопичностью и пористостью.

Неразвитые дерново-подзолистые рыхлопесчаные почвы на бугристых дюнных песках занимают не более 1,5% территории Белоруссии. Свыше 90% площади их распространения занято сосновыми лесами. При вмешательстве человека они легко превращаются в развеваемые ветром пески.

В местах, где грунтовые воды залегают близко от поверхности и капиллярная кайма выполняет роль водоупора получили развитие дерново-подзолистые заболоченные песчаные почвы, встречающиеся в основном на водно-ледниковых равнинах и озерно-аллювиальных низинах центральной части республики и Белорусского Полесья. В зависимости от степени избыточного увлажнения среди таких почв выделяют слабogleеватые с признаками временного заболачивания, глееватые с пятнами оглеения (признаки заболачивания прослеживаются в нескольких генетических горизонтах), глеевые с сильно выраженным сплошным глеевым горизонтом (рис. 3, б). Такие почвы имеют повышенную кислотность, низкое содержание гумуса, слабо насыщены основаниями, их физические свойства характеризуются высокими показателями порозности и влажности [6].

Относительно небольшие площади страны занимают песчаные заболоченные подзолистые, дерновые и аллювиальные (пойменные) дерновые почвы. Своеобразие последних заключается в том, что процессы почвообразования и породообразования протекают одновременно,



Рис. 4. Пустошь на эоловых песках в междуречье Днепра и Сожа в Гомельском районе. Фото А.Н. Галкина

Fig. 4. Wasteland on aeolian sands between the Dnieper and Sozh rivers in the Gomel District. Photo by A.N. Galkin

причем отлагающиеся осадки уже подвергались почвообразованию, поэтому процесс формирования аллювиальных почв происходит очень быстро. Наибольшее распространение они получили в поймах рек Припяти, Днепра и др., отличаются маломощным, слабо дифференцированным в морфологическом отношении почвенным профилем, с выраженной слоистостью иллювиального генезиса (рис. 3, с). Их свойства определяются главным образом условиями размещения на различных частях пойм, а также увлажнением, связанным с периодичностью и временем затопления пойменных территорий.

Указанные особенности песчаных эдафотопов обуславливают реализацию ресурсной экологической функции.

Особенности биотических компонентов ЭГС песчаных массивов

Микробиоценоз рассматриваемых ЭГС представлен как микроорганизмами псаммофитами, так и псаммофилами, адаптированными к существованию в песчаных массивах. Из микроорганизмов прокариотов-псаммофилов в песчаных грунтах территории Белоруссии получили распространение бактерии, археи, цианобактерии (в т.ч. одноклеточные водоросли), среди эукариотов — низшие водоросли, грибы, а также одноклеточные животные. Диапазон экологических условий, в которых живут и функционируют микроорганизмы в песках, чрезвычайно широк. Так, например, исследования численности и биомассы микроорганизмов в песчаных почвах полесских дубрав — пойменных дерново-глебоватых, развивающихся на слоистом песчаном аллювии, и дерново-подзолистых, развивающихся на плакорных мощных рыхлых песках, показали, что биомасса микроорганизмов (грибы + бактерии) в почвенных горизонтах плакорных дубрав более чем в два раза выше по сравнению с пойменными дубравами. При этом была отмечена и сравнительно высокая длина мицелия микромицетов в гумусовом горизонте почв плакорных

дубрав — 460 м/г против 187 м/г в гумусе почв дубрав пойменных [1], что объясняется влиянием пойменных процессов, способствующих вымыванию органической массы и биогенных элементов из почвенного разреза.

Весьма специфичен **фитоценоз** природных ЭГС массивов песчаных грунтов, который представлен: а) пустошными, пустошно-луговыми и луговыми травяными, травяно-лишайниковыми, лишайниково-кустарничковыми и кустарничково-мшистыми сообществами с участием псаммофитных злаков (душистоколосковых, тонкополевицевых, трясунковых, белоусовых сообществ) и разнотравья (рис. 4); б) сосновыми, широколиственно-сосновыми и дубовыми лесами с характерными для них видами подлеска и кустарничково-моховых растений. Среди них преобладают сосняки, причем около 40% из них приходится на сосняк мшистый (*Pinetum pleurozium*) (рис. 5). В его составе широко представлены следующие диагностические виды синтаксонов: *Pinus sylvestris*, *Dicranum* sp., *Calluna vulgaris*, *Pleurozium schreberi*, *Vaccinium myrtillus*, *Vaccinium vitis-idaea*, *Melampyrum sylvaticum*. Древостой монодоминантный — преобладает сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* — более 90%), в качестве примеси — береза бородавчатая (*Betula pendula*). В подросте — сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris*) и дуб черешчатый (*Quercus robur*). В отсутствии нарушений доминирует *Quercus robur* — более 90%. Подлесок — рябина (*Sorbus aucuparia*), крушина ломкая (*Frangula alnus*). В напочвенном покрове преобладают зеленые мхи — *Pleurozium schreberi*, *Dicranum* sp. Проективное покрытие мхов составляет 80–100%. На фоне мхов — черника обыкновенная (*Vaccinium myrtillus*), брусника (*Vaccinium vitis-idaea*), марьянник лесной (*Melampyrum sylvaticum*), вереск обыкновенный (*Calluna vulgaris*), овсяница овечья (*Festuca ovina*). Иногда встречаются орляк обыкновенный (*Pteridium aquilinum*), седмичник европейский (*Trientalis europaea*), зимолубка зонтичная (*Chimaphila umbellata*), майник двулистный (*Maianthemum bifo-*



Рис. 5. Сосняк мшистый (*Pinetum pleurozium*) — один из наиболее распространенных типов леса в Белоруссии. Фото А.Н. Галкина

Fig. 5. Mossy pine forest (*Pinetum pleurozium*) is one of the most common types of forest in Belarus. Photo by A.N. Galkin

lium). Локально могут доминировать *Vaccinium myrtillus*, *Melampyrum sylvaticum*, *Pteridium aquilinum* [2, 20].

Типичны также широколиственно-сосновые леса, избирающие более увлажненные почвы. Из широколиственных пород существенна доля дуба (*Quercus robur*), граба (*Carpinus* sp.). В подлеске весьма часты раkitник русский (*Chamaecytisus*), свидина (*Swida*), в напочвенном покрове — орляк (*Pteridium aquilinum*), кислица (*Oxalis acetosella*), дубравное широколистное, зеленые мхи [14]. Небольшими компактными массивами распространены дубравы, чаще всего черничного и орлякового типов (рис. 6).

Дубрава черничная (*Quercetum myrtillosum*) имеет широкое распространение (21,9% площади всех дубрав), приурочена к ровным или слабо повышенным местам, часто занимает дерново-подзолистые песчаные оглеенные почвы с глинистыми прослойками, что приводит к образованию верховодки и застаиванию воды. Повышенное увлажнение способствует расселению черники (*Vaccinium myrtillus*). В подросте дуб (*Quercus robur*), граб (*Carpinus*), береза (*Betula pendula*), осина (*Populus tremula*), сосна (*Pinus sylvestris*). Основной фон покрова образует черника, ей сопутствуют орляк обыкновенный (*Pteridium aquilinum*), майник двулистный (*Maianthemum bifolium*), ветреница дубравная (*Anemone nemorosa*), седмичник европейский (*Trientalis europaea*), ожика волосистая (*Echinocactus grusonii*), молиния голубая (*Molinia caerulea*), брусника (*Vaccinium vitis-idaea*) [20].

Дубрава орляковая (*Quersetum pteridiosium*) — значительно распространенный тип (19,1%), занимающий повышенные, несколько всхолмленные местоположения, произрастает на относительно бедных дерново-подзоли-

стых песчаных почвах; в составе древостоя имеет примесь сосны, березы бородавчатой, осины, во втором ярусе единичные деревья граба, но чаще он выполняет роль подлеска. Подлесок довольно редкий из лещины (*Corylus avellana*), крушины ломкой (*Frangula alnus*), рябины (*Sorbus aucuparia*), раkitника русского (*Chamaecytisus* sp.), дрока красильного (*Genista tinctoria*). В покрове обильно развит орляк, создающий первый ярус, часто встречаются ландыш майский (*Convallaria majalis*), майник двулистный (*Maianthemum bifolium*), ветреница дубравная (*Anemone nemorosa*), черника обыкновенная (*Vaccinium myrtillus*), звездчатка ланцетовидная (*Stellaria holostea*), кислица (*Oxalis acetosella*), осока волосистая (*Carex pilosa*), пятнами зеленые мхи [20].

Примечательно, что на песчаных массивах в пределах страны произрастают растения или растительные сообщества в составе биотопов, подлежащих специальной охране. К таким, например, относятся травяные и травяно-лишайниковые сообщества с участием булавоносца седого (*Corynephorus canescens*) на дюнах и нестабильных песках; сообщество с обильным участием в травостое бухарника шерстистого (*Holcus lanatus*), моркови дикой (*Daucus carota*), цмина песчаного (*Helichrysum arenarium*), клевера пашенного (*Trifolium arvense*) и других видов на сухих и умеренно влажных лугах; белоусовое сообщество (*Nardetum strictae*) на сухих, мезофильных и психромезофильных многолетних лугах; сообщества с доминированием можжевельника обыкновенного (*Juniperus communis*) на пустошах и лугах и многие другие [14].

Состав **зооценоза** изучаемых ЭГС специфичен и представлен как беспозвоночными, так и позвоночными животными, который во многом обусловлен особенно-



Рис. 6. Дубрава орляковая (*Quercetum pteridiosum*) на террасе р. Случь [14]

Fig. 6. Bracken oak forest (*Quercetum pteridiosum*) on the terrace of the Sluch River [14]

стями литотопа, эдафотопа и фитоценоза, рассмотренными выше.

Наиболее репрезентативной в песчаных ЭГС является группа *беспозвоночных*. Так, согласно исследованиям Э.И. Хотько [17, 18], в сосняках Белоруссии обитают представители 5 классов, 8 отрядов, 14 семейств, 242 видов почвенной мезофауны. Здесь меньше всего дождевых червей (4,4 экз/м²), численность двупарноногих многоножек почти одинаковая во всех типах сосняков, а губоногих многоножек несколько больше, чем двупарноногих. Моллюски в большинстве своем гигрофилы и чаще встречаются в более влажных сосняках (в некоторых сосняках черничных Белорусского Поозерья их количество составляет 5,7 экз/м²). Численность паукообразных достигает 10–50 экз/м², в некоторых биогеоценозах они доминируют. Среди насекомых (*Insecta*) практически во всех типах сосняков преобладают жесткокрылые (*Coleoptera*), особенно листоеды, долгоносики, щелкуны, жу-желицы и стафилиниды, а также двукрылые (*Diptera*).

Щелкуны представлены в почвах сосняков 14 видами. Из них преобладают рыжеватый (*Athous subfuscus*) и окаймленный (*Dalopius marginatus*) (рис. 7, а, б). Щелкуны доминируют в черничных и мшистых сосняках (58% численности жесткокрылых). В сосняках лишайниковых численность их невелика и составляет чуть более 3%. Долгоносики обитают в сравнительно сухих лишайниковых сосняках, где их количество достигает 30 экз/м², представлены 10 видами. Основную массу их личинок составляет *Strophosoma capitatum* (рис. 7, в). В более влажных черничных сосняках численность долгоносиков невелика. Количество коротконадкрылых жуков во всех типах сосняков достигает 6,1–19,6 экз/м². Видовой состав их более разнообразен, чем других семейств жесткокрылых. Стафилиниды насчитывают 70 видов: из них 6 доминируют, однако численность их не превышает 4,8 экз/м² [18]. Наиболее распространен *Drusilla canaliculate* (рис. 7, д). Количество жу-желиц (*Carabidae*) составляет около 14 экз/м². Во всех типах сосняков они составляют в среднем 9,6% от общего числа. Жу-желицы

представлены 36 видами: по численности выделяются *Calathus micropterus*, *Carabus arvensis*, *Epaphius secalis*, *Agonum obscurum*. Численность остальных семейств жуков (пластинчатоусые, мягкотелки и листоеды) во всех типах сосняков незначительная [4, 5].

Из двукрылых (*Diptera*) комары-долгоножки обнаружены только в более влажных типах сосняков. Толстоножки крайне малочисленны в сосновых лесах. В черничных же типах сосняков сравнительно часто встречаются бекасницы (*Rhagionidae*) и ктыри (*Asilidae*), лжектыри (*Therevidae*) зарегистрированы лишь в сосняках лишайниковых, где в незначительных количествах найдены настоящие мухи (*Muscidae*). Мухи-зеленушки также малочисленны в сосняках [2].

В сосняках крайне малочисленны и пилильщики (*Hymenoptera*, *Tenthredinidae*). Вспышки массового размножения у этого дефолиатора непродолжительны и могут длиться 3–4 года. До настоящего времени в республике возникали в основном локальные вспышки соснового пилильщика (*Neodiprion sertifer*) [3]. Из прочих перепончатокрылых встречаются осы, пчелы и шмели.

Зоомасса почвенных беспозвоночных в сосняках различных типов в целом составляет не более 2,6 г/м², при этом самый высокий показатель отмечен у щелкунов (примерно 0,73 г/м²). Зоомасса жу-желиц (*Carabidae*) сравнительно невелика, хотя в ряде сосняков черничных достигает приблизительно 0,45 г/м², а зоомасса стафилинид и долгоносиков еще меньше — 0,34 и 0,30 г/м² соответственно [18]. Пластинчатоусые (*Scarabaeidae*) в почвах сосняков встречаются редко. Однако в некоторых типах, в частности, в сосняках лишайниковых, они преобладают по зоомассе [17].

Что касается доминирующих семейств двукрылых, то на первом месте по зоомассе стоят личинки ктырей [4, 5]. В сосняках лишайниковых она составляет более 0,44 г/м² и со снижением влажности почвы еще больше возрастает. Зоомасса долгоножек во влажных сосняках черничных не превышает 0,1 г/м², а бекасниц — 0,02–0,06 г/м² [18]. Зоомасса пауков максимальна в сосняках

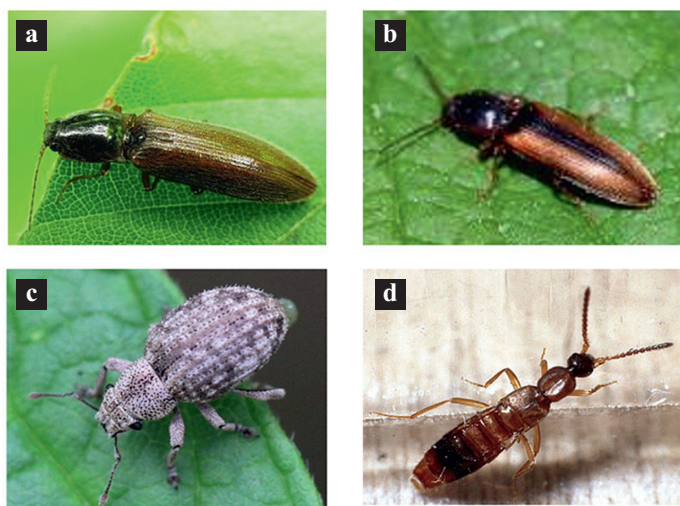


Рис. 7. Почвенная мезофауна сосняков: щелкуны: а — рыжеватый (*Athous subfuscus*); б — окаймленный (*Dalopius marginatus*); в — долгоносик (*Strophosoma capitatum*); д — стафилинида (*Drusilla canaliculate*). Источник: <http://coleop123.narod.ru/coleoptera/>

Fig. 7. Soil mesofauna of pine forests: click beetles: a — reddish (*Athous subfuscus*); b — bordered (*Dalopius marginatus*); c — weevil (*Strophosoma capitatum*); d — rove beetle (*Drusilla canaliculate*). Source: <http://coleop123.narod.ru/coleoptera/>

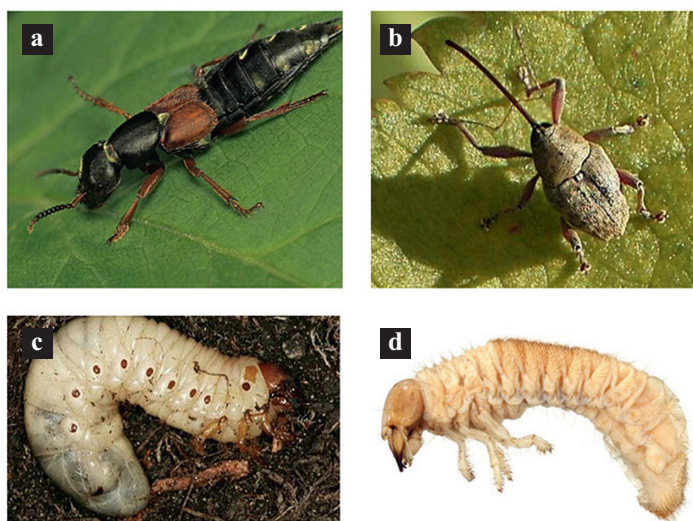


Рис. 8. Почвенная мезофауна дубрав: а — стафилинида (*Staphylinus erythropterus*); б — долгоносик (*Curculio glandium*); в — личинка майского жука (*Melolontha*); д — личинка хрущика рыжего (*Serica brunnea*). Источник: <https://macroid.ru/>

Fig. 8. Soil mesofauna of oak forests: a — rove beetle (*Staphylinus erythropterus*); b — weevil (*Curculio glandium*); c — larva of the cockchafer (*Melolontha*); d — larva of the red chafer (*Serica brunnea*). Source: <https://macroid.ru/>

черничных (0,39 г/м²) и минимальна в сосняках мшистых и лишайниковых (0,18–0,20 г/м²). В некоторой степени пауки являются индикаторами влажности почвы и подстилки [4]. Зоомасса губоногих и двупарноногих многоножек изменяется в соответствии с их численностью и в различных типах сосняков практически одинаковая. Лишь в черничных сосняках она возрастает до 0,52 г/м² [4]. Остальные группы насекомых в сосняках малочисленны.

В сосняках по численности и зоомассе преобладают зоофаги (72,5%), намного меньше фитофагов (13,7%) и миксофитофагов (9,9%), крайне мало сапрофагов (3,8%). Бедность сосняков сапрофагами объясняется отсутствием в подстилке листовенного опада, ничтожным содержанием в почве гумуса и незначительной пригодностью сосновой хвои для питания почвенных животных [18].

Своеобразна почвенная мезофауна дубрав Белоруссии на песчаных почвах. Так в дубравах Белорусского Полесья коренного генезиса, занимающих 68,7% площади всех дубовых лесов республики, из почвенных беспозвоночных обитают представители 5 классов, 7 отрядов, 15 семейств, 187 видов, из которых 49 приурочены только к этим местообитаниям. Более 30% из них приходится на пауков (18 видов). Общая численность беспозвоночных в дубравах невелика и колеблется от 143,8 до 211,7 экз/м², при этом почвенная мезофауна здесь отличается от аналогичной других типов леса незначительно. Разница заключается лишь в том, что в отряде двукрылых, обитающих в дубравах, встречается семейство галлиц и отсутствуют толкунчики. В дубравах доминируют насекомые. Из них по численности выделяется отряд жесткокрылых, представленный 6 семействами, где преобладают долгоносики, стафилиниды, щелкуны и пластинчатоусые. В видовом отношении наиболее разнообразно семейство стафилинид (25 видов), где преобладают *Staphylinus erythropterus* (рис. 8, а), *Drusilla canaliculate*. По плотности стафилиниды иногда занимают второе место после самого многочисленного здесь семейства долгоносиков, хотя число видов их минимально (5). Особенно выделяются щетинистый остроглазый слоник и *Curculio glandium* (рис. 8, б). Менее многочисленны щелкуны (10 видов). Среди них доминирует щелкун окаймленный. Самые малочисленные из доминантов пластинчатоусые жуки (*Scarabaeidae*). Они представлены в основном личинками майского жука (рис. 8, в) и навозниками, преобладают также личинки *Serica brunnea* (L.) (рис. 8, д) [17].

Отряд двукрылых (*Diptera*) в дубравах не очень многочисленный. Он включает 6 семейств, из которых преобладают бекасицы, ктыри и толстоножки. По численности и зоомассе ведущее место занимают хищные семейства двукрылых. Чешуекрылые в дубравах также немногочисленны (2,8 экз/м²). Зоомасса почвенных беспозвоночных в дубовых лесах составляет 6–9 г/м². Наибольший процент приходится на насекомых, особенно жесткокрылых, а также дождевых червей. В песчаных почвах дубрав, в напочвенном и подстилочном ярусах по численности фитофаги и зоофаги преобладают над сапрофагами, а по зоомассе наоборот [18].

Весьма своеобразна фауна чешуекрылых (*Lepidoptera*). В зооценозах сосновых, широколиственно-сосновых и дубовых лесов на песчаных почвах их численность невелика, однако в целом для ЭГС песчаных массивов можно выделить целый ряд связанных с ними чешуекрылых. Так, например, к сосновым лесам приурочены места обитания ряда локально встречающихся видов чешуекрылых, гусеницы которых развиваются на сосновой хвое (филлофаги): распространенные зимующий (*Evetria buoliana*), летний (*Evetria duplana*), почковый (*Evetria turionana*) и смоляной (*Evetria resinella*) побеговьюны, легко различаемые по характеру наносимых повреждений сосновым деревьям, бражник сосновый (*Sphinx pinastri*), сосновая совка (*Panolis flammea*), монашенка (*Ocnaria*

monacha), сосновая пяденица (*Bupalus piniarius*), сосновый коконопряд (*Dendrolimus pini*), непарный шелкопряд (*Ocneria dispar*) и др. [2]. В разреженных сосняках на песчаных массивах могут обитать редкие виды бабочек-голубянок — голубянка арион (*Maculinea arion*) (рис. 9, а) и голубянка орион (*Scolitantides orion*).

В широколиственно-сосновых лесах и дубравах на песчаных почвах можно встретить охраняемых махаона (*Papilio machaon*), малую дубовую орденскую ленту (*Catocala promissa*), медведицу матрону (*Pericallia matronula*), раkitниковую желтушку (*Colias myrmidone*) (рис. 9, b), совку роскошную (*Stauropora celsia*), фиолетово-серую лесную пяденицу (*Pennithera fermata*) и других разноусых бабочек [2].

К лесо-луговым экосистемам на песчаных массивах приурочены многочисленные дневные бабочки, в т.ч. и охраняемые: бархатница галатея (*Melanargia galathea*), сатир дриада (*Satyrus dryas*) (рис. 9, c), серебристая голубянка (*Lysandra coridon*), голубянка мелеагр (*Polymmatius daphnis*), голубянка викрама (*Pseudophilotes vicrama*) (рис. 9, d), голубянка алексис (*Glaucopsyche alexis*), шашечница бритомарта (*Mellicta britomartis*) и многие другие [14]. Кроме них многочисленны обычные бабочки: белянки (*Pieris napi*, *Pieris rapae*, *Pieris brassicae*, *Leptidea sinapis*, *Gonepteryx rhamni*), сатиры (*Aphantopus hyperantus*, *Maniola jurtina*, *Hyponephele lycaon*, *Coenonympha iphis*, *Coenonympha pamphilus*), нимфалиды (*Aglais urticae*, *Inachis io*, *Argynnis aglaja*, *Argynnis adippe*, *Argynnis laodice*) и др.

Группа **позвоночных** животных Белоруссии, экологически связанных с массивами песчаных грунтов, менее представительна по сравнению с беспозвоночными. Этот факт объясняется тем, что преобладающие в лесных фитоценозах природных ЭГС массивов песчаных грунтов сосняки имеют, как правило, значительно более простую ярусную структуру и сравнительно бедную фауну позвоночных. Особенно невелик состав видов, ведущих наземный образ жизни. При этом надо отметить, что в сосновых лесах представлена значительная доля редких и охраняемых видов животных, среди которых — бурый медведь, барсук, рысь, из птиц — коршун красный, канюк, чеглок, мохноногий сыч, трехпалый дятел, бородачатая неясыть и др. Встречаются медянка и камышовая жаба [10].

Несколько большим видовым разнообразием фауны позвоночных характеризуются широколиственно-сосновые и дубовые леса песчаных массивов. Для многих видов лесной фауны здесь создается весьма благоприятное сочетание кормовых и защитных условий. Это одни из предпочитаемых биотопов для большинства крупных млекопитающих — копытных и хищных. В составе редких и охраняемых видов данных лесов здесь выделяются такие виды, как летяга, бурый медведь, рысь, а из птиц — филин, черный аист, орел-карлик, сизоворонка, зеленый и средний дятлы, мохноногий и воробьиный сычи, глухарь, чеглок [10].

Весьма своеобразна фауна позвоночных, обитающая в пределах песчаных пустошей и лугов с различными ви-

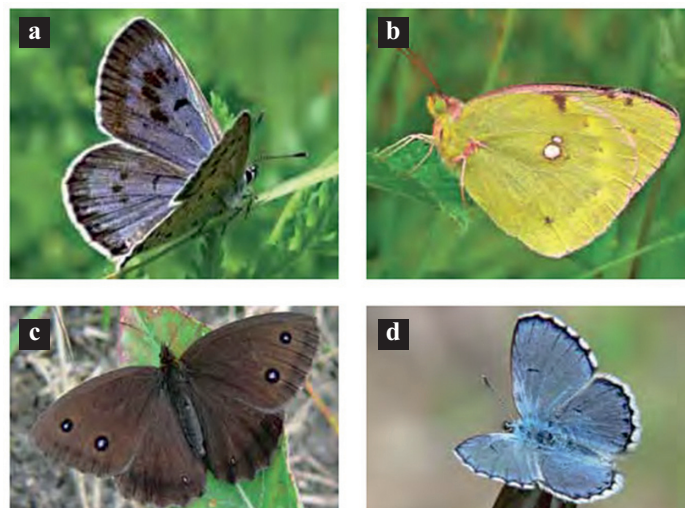


Рис. 9. Редкие чешуекрылые ЭГС на песчаных массивах: а — голубянка арион (*Maculinea arion*); б — раkitниковая желтушка (*Colias myrmidone*); в — сатир дриада (*Satyrus dryas*); д — голубянка викрама (*Pseudophilotes vicrama*) [2]

Fig. 9. Rare Lepidoptera of the ecological-geological systems on sandy massifs: a — Arion blueberry (*Maculinea arion*); b — broom yellowtail (*Colias myrmidone*); c — satyr dryad (*Satyrus dryas*); d — vicrama blueberry (*Pseudophilotes vicrama*) [2]

дами псаммофитных растительных сообществ. Так, например, биотоп травяных и травяно-лишайниковых сообществ, формирующихся на дюнах и нестабильных песках, является ключевым для сохранения в Белоруссии популяции полевого конька (*Anthus campestris*). А биотоп склерофильных кустарников из сообществ с доминированием можжевельника обыкновенного на песчаных пустошах и лугах — место гнездования многих птиц отряда воробьинообразные (*Passeri formes*): обыкновенный жулан (*Lanius collurio*), певчий дрозд (*Turdus philo melos*), славка-завирушка (*Sylvia curruca*), ястребиная славка (*Sylvia nisoria*), зяблик (*Fringilla coelebs*), обыкновенная зеленушка (*Carduelis chloris*), коноплянка (*Carduelis cannabina*), обыкновенная овсянка (*Emberiza citrinella*) [2].

Заключение

Таким образом, природные ЭГС массивов песчаных грунтов представляют собой весьма сложные специфические образования, обладающие характерными особенностями их состава и свойств. Определяющим фактором, влияющим на структуру и выявленные особенности биотических компонентов этих ЭГС, являются песчаные литотопы. Именно песчаные массивы обуславливают проявление специфических экологических функций в данных ЭГС: ресурсной, геохимической, геодинамической и геофизической. Это обстоятельство необходимо учитывать при анализе экосистем, формирующихся на песчаных грунтовых массивах, а также при их систематизации и эколого-геологических исследованиях. 🌐

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Антоник М.И., Свирновская В.Г., Ефремов А.Л., 2007. Учет и оценка прямыми микроскопическими методами численности и биомассы почвенных микроорганизмов в дубравах Милевичского лесничества Житковичского лесхоза. Труды Белорусского государственного технологического университета. Серия 1. Лесное хозяйство, Вып. XV, с. 205–209.

2. Бирг В.С., Снитко С.М., 2009. Экскурсии в хвойный лес. Изд-во Белорусского государственного педагогического университета им. М. Танка, Минск.
3. Блинцов А.И., Ларина Ю.А., Хвасько А.В., Торчик М.В., Люштык В.С., Козел А.В., 2018. Градация рыжего соснового пилильщика *Neodiprion sertifer* Geoffr (Hymenoptera, Tenthredinidae) в северо-западной части Беларуси. Биологическое разнообразие лесных экосистем: состояние, сохранение и использование, Материалы Международной научно-практической конференции, Гомель, 2018, с. 248–251.
4. Веремеев В.Н., 1984. Почвенная мезофауна сосняков Белорусского Полесья, ее трансформация при изменении уровня почвенно-грунтовых вод. Автореф. дис. ... канд. биол. наук, Гомельский государственный университет, Гомель.
5. Веремеев В.Н., 1999. Двупарноногие (Myriapoda, Diplopoda) и губоногие (Myriapoda, Chilopoda) многоножки в комплексах почвенной мезофауны сосняков Национального парка «Припятский». Беловежская пушча на рубеже третьего тысячелетия, Материалы научно-практической конференции, посвященной 60-летию со дня образования Государственного заповедника «Беловежская пушча», Минск, 1999, с. 361–362.
6. Галкин А.Н., 2016. Инженерная геология Беларуси. Часть 1. Грунты Беларуси, под ред. В.А. Королева. Изд-во ВГУ имени П.М. Машерова, Витебск.
7. Галкин А.Н., Бобрик М.Ю., Красовская И.А., Чубаро С.В., Курдин С.И., Пиловец Г.И., Строчко О.Д., Тимошкова А.Д., Шаматульская Е.В., Дорофеев С.А., Мерзвинский Л.М., Шаврова Е.В., 2021. Физическая география Витебской области, под ред. А.Н. Галкина. Изд-во ВГУ имени П.М. Машерова, Витебск.
8. Галкин А.Н., Королев В.А., 2023. Классификация эколого-геологических систем Беларуси на основе учета особенностей литотопов и инженерно-хозяйственных объектов. Літасфера, № 1(58), с. 98–109.
9. Горбылева А.И., Воробьев В.Б., Комаров М.М., Минченко Т.Э., Петровский Е.И., Поддубный О.А., 2007. Почвы Беларуси, под ред. А.И. Горбылевой. Изд-во Информационно-вычислительного центра Министерства финансов Республики Беларусь, Минск.
10. Гричик В.В., Бурко Л.Д., 2013. Животный мир Беларуси. Позвоночные. Изд-во Белорусского государственного университета, Минск.
11. Клебанович Н.В., Аношко В.С., Чертко Н.К., Ковальчик Н.В., Черныш А.Ф., 2009. География почв Беларуси. Изд-во Белорусского государственного университета, Минск.
12. Марцинкевич Г.И., Клицунова Н.К., Логинова Л.В., Хараничева Г.Т., 1989. Ландшафты Белоруссии. Университетское, Минск.
13. Нечипоренко Л.А., 1989. Условия залегания и тектоническая предопределенность антропогенного покрова Белоруссии. Наука и техника, Минск.
14. Пугачевский А.В., Вершицкая И.Н., Ермохин М.В., Степанович И.М., Созинов О.В., Сакович А.А., Рудаковский И.А., Кулак А.В., Журавлев Д.В., 2013. Редкие биотопы Беларуси, под ред. А.В. Пугачевского. Альтиора — Живые краски, Минск.
15. Трофимов В.Т., Зилинг Д.Г., 2002. Экологическая геология. Геоинформмарк, Москва.
16. Трофимов В.Т., Королев В.А., 2018. Массивы песчаных грунтов как объекты эколого-геологических исследований. Вестник Московского университета. Серия 4. Геология, № 2, с. 59–65, <https://doi.org/10.33623/0579-9406-2018-2-59-65>.
17. Хотько Э.И., 1990. Современное состояние почвенной мезофауны запада лесной зоны европейской части СССР в связи с антропогенным воздействием. Автореф. дис. ... докт. биол. наук, Институт зоологии им. И.И. Шмальгаузена АН УССР, Киев.
18. Хотько Э.И., 1993. Почвенная фауна Беларуси. Навука і тэхніка, Минск.
19. Шимаў У.М. (ред.), 2002. Нацыянальны атлас Беларусі. Выдавецтва Камітэт па зямельных рэсурсах, геадэзіі і картаграфіі пры Савеце Міністраў Рэспублікі Беларусь, Мінск.
20. Юркевич И.Д., Голод Д.С., Адериho В.С., 1979. Растительность Белоруссии, ее картографирование, охрана и использование. Наука и техника, Минск.

REFERENCES

1. Antonik M.I., Svirnovskaya V.G., Efremov A.L., 2007. Accounting and assessment by direct microscopic methods of the number and biomass of soil microorganisms in the oak forests of the Milevichi forestry of the Zhitkovichi forest. Trudy Belorusskogo Gosudarstvennogo Tekhnologicheskogo Universiteta. Seriya 1. Lesnoye khozyaystvo, Issue XV, pp. 205–209. (in Russian)
2. Birg V.S., Snitko S.M., 2009. Excursions to the coniferous forest. Publishing house of the Tank Belarusian State Pedagogical University, Minsk. (in Russian)
3. Blintsov A.I., Larina Yu.A., Khvasko A.V., Torchik M.V., Lyushtyk V.S., Kozel A.V., 2018. Gradation of the red pine sawfly *Neodiprion sertifer* Geoffr (Hymenoptera, Tenthredinidae) in the northwestern part of Belarus. Biological diversity of forest ecosystems: condition, conservation and use, Materials of the International Scientific and Practical Conference, Gomel, 2018, с. 248–251. (in Russian)
4. Veremeev V.N., 1984. Soil mesofauna of pine forests of the Belarusian Polesie, its transformation with changes in the level of soil and groundwater. Extended abstract of PhD Thesis, Gomel State University, Gomel. (in Russian)
5. Veremeev V.N., 1999. Dipopods (Myriapoda, Diplopoda) and labiopods (Myriapoda, Chilopoda) centipedes in the soil mesofauna complexes of pine forests of the National Park “Pripyatsky”. Belovezhskaya Pushcha at the turn of the third millennium, Materials of the scientific and practical conference dedicated to the 60th anniversary of the formation of the State Nature Reserve “Belovezhskaya Pushcha”, Minsk, 1999, с. 361–362. (in Russian)

6. Galkin A.N., 2016. Engineering geology of Belarus. Part 1. Soils of Belarus, in V.A. Korolev (ed.). Publishing house of the Masherov Vitebsk State University, Vitebsk. (in Russian)
7. Galkin A.N., Bobrik M.Yu., Krasovskaya I.A., Chubaro S.V., Kurdin S.I., Pilovets G.I., Stochko O.D., Timoshkova A.D., Shamatul'skaya E.V., Dorofeev S.A., Merzhvinsky L.M., Shavrova E.V., 2021. Physical geography of the Vitebsk Region, in A.N. Galkin (ed.). Publishing house of the Masherov Vitebsk State University, Vitebsk. (in Russian)
8. Galkin A.N., Korolev V.A., 2023. Classification of ecological-geological systems of Belarus based on the features of lithotops and engineering objects. *Litasfera*, No. 1(58), pp. 98–109. (in Russian)
9. Gorbyleva A.I., Vorobyov V.B., Komarov M.M., Minchenko T.E., Petrovsky E.I., Poddubny O.A., 2007. Soils of Belarus, in A.I. Gorbyleva (ed.). Publishing house of the Information and Computing Center of the Ministry of Finance of the Republic of Belarus, Minsk. (in Russian)
10. Grichik V.V., Burko L.D., 2013. Fauna of Belarus. Vertebrates. Publishing house of the Belarusian State University, Minsk. (in Russian)
11. Klebanovich N.V., Anoshko V.S., Chertko N.K., Kovalchik N.V., Chernysh A.F., 2009. Soil geography of Belarus. Publishing house of the Belarusian State University, Minsk. (in Russian)
12. Martsinkevich G.I., Klitsunova N.K., Loginova L.V., Kharanicheva G.T., 1989. Landscapes of Belarus. Universitetskoye, Minsk. (in Russian)
13. Nechiporenko L.A., 1989. Conditions of occurrence and tectonic predetermination of the anthropogenic cover of Belarus. *Nauka i tekhnika*, Minsk. (in Russian)
14. Pugachevsky A.V., Vershinskaya I.N., Ermokhin M.V., Stepanovich I.M., Sozinov O.V., Sakovich A.A., Rudakovskiy I.A., Kulak A.V., Zhuravlev D.V., 2013. Rare biotopes of Belarus, in A.V. Pugachevsky (ed.). *Altiora — Zhivyye kraski*, Minsk. (in Russian)
15. Trofimov V.T., Ziling D.G., 2002. Environmental Geology. *Geoinformmark*, Moscow. (in Russian)
16. Trofimov V.T., Korolev V.A., 2018. Sand massifs as objects of ecological-geological research. *Moscow University Bulletin. Series 4. Geology*, No. 2, pp. 59–65, <https://doi.org/10.33623/0579-9406-2018-2-59-65>. (in Russian)
17. Khotko E.I., 1990. Current state of soil mesofauna in the western forest zone of the European part of the USSR in connection with anthropological impact. Extended abstract of DSc Thesis, Shmalhausen Institute of Zoology, Academy of Sciences of the Ukrainian SSR, Kyiv. (in Russian)
18. Khotko E.I., 1993. Soil fauna of Belarus. *Navuka i tekhnika*, Minsk. (in Russian)
19. Shimov U.M. (ed.), 2002. National atlas of Belarus. Publishing house of the Committee on Land Resources, Geodesy and Cartography under the Council of Ministers of the Republic of Belarus, Minsk. (in Belarusian)
20. Yurkevich I.D., Golod D.S., Aderiho V.S., 1979. Vegetation of Belarus, its mapping, protection and use. *Nauka i tekhnika*, Minsk. (in Russian)

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

КОРОЛЕВ ВЛАДИМИР АЛЕКСАНДРОВИЧ

Профессор кафедры инженерной и экологической геологии геологического факультета Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова, д.г.-м.н., г. Москва, Россия

ГАЛКИН АЛЕКСАНДР НИКОЛАЕВИЧ

Профессор кафедры экологии и географии Витебского государственного университета им. П.М. Машерова, д.г.-м.н., г. Витебск, Белоруссия

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

VLADIMIR A. KOROLEV

DSc (Geology and Mineralogy); Professor in the Department of Engineering and Ecological Geology, Faculty of Geology, Lomonosov Moscow State University; Moscow, Russia

ALEXANDR N. GALKIN

DSc (Geology and Mineralogy); Professor in the Department of Ecology and Geography, Masherov Vitebsk State University; Vitebsk, Belarus



Фото А.Н. Галкина