



Источник фото: [1]  
The photo source: [1]

# ОСОБЕННОСТИ ЭКОЛОГО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ МАССИВОВ ЛЁССОВЫХ ГРУНТОВ БЕЛОРУССИИ

## КОРОЛЁВ В.А.

Профессор кафедры инженерной и экологической геологии геологического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова, д. г.-м. н., профессор, г. Москва, Россия  
va-korolev@bk.ru

## ГАЛКИН А.Н.

Профессор кафедры экологии и географии Витебского государственного университета имени П.М. Машерова, д. г.-м. н., профессор, г. Витебск, Белоруссия  
galkin-alexandr@yandex.by

## АННОТАЦИЯ

В статье рассмотрены особенности природных эколого-геологических систем (ЭГС) массивов лёссовых грунтов элементарного уровня, широко распространенных на территории Белоруссии. Несмотря на то что эти системы занимают значительные площади на территории республики, они остаются практически неизученными, об их абиотических и биотических компонентах имеются лишь отрывочные разрозненные сведения. На основе ранее разработанной авторами систематики эколого-геологических систем территории Белоруссии в настоящей статье предпринята попытка составить их общую характеристику, а также выявить и охарактеризовать особенности их абиотических (литотопа, гидротоп, эдафотоп) и биотических (микробеценоза, фитоценоза, зооценоза) компонентов.

## КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:

эколого-геологическая система; литотоп; гидротоп; эдафотоп; микробеценоз; фитоценоз; зооценоз; эколого-геологические изыскания; Белоруссия.

## ССЫЛКА ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ:

Королев В.А., Галкин А.Н. Особенности эколого-геологических систем массивов лёссовых грунтов Белоруссии // ГеоИнфо. 2024. Т. 6. № 1/2. С. 48-62.  
doi:10.58339/2949-0677-2024-6-1/2-48-62

# FEATURES OF ECOLOGICAL-GEOLOGICAL SYSTEMS OF LOESS GROUND MASSES IN BELARUS

**KOROLEV V.A.**

DSc, professor at the Department of Engineering and Ecological Geology, Faculty of Geology, Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia  
va-korolev@bk.ru

**GALKIN A.N.**

DSc, professor at the Department of Ecology and Geography, Masherov Vitebsk State University, Vitebsk, Belarus  
galkin-alexandr@yandex.by

**ABSTRACT**

The article considers the features of natural ecological-geological systems (EGS) of loess ground masses of the elementary level. They are widespread in the territory of Belarus. Despite the fact that these systems cover significant areas in the territory of the republic, they have remained practically unstudied. There is only fragmentary scattered information about their abiotic and biotic components. On the basis of the EGS classification for the Belarus territory, which was previously developed by the authors, this article attempts to characterize them generally, as well as to identify and describe the features of their abiotic (lithotope, hydrotape, edaphotope) and biotic (microbocenosis, phytocenosis, zoocenosis) components.

**KEYWORDS:**

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

**FOR CITATION:**

Korolev V.A., Galkin A.N. Osobennosti ekologo-geologicheskikh sistem massivov lessovykh gruntov Belorussii [Features of ecological-geological systems of loess ground masses in Belarus] // GeoInfo. 2024. T. 6. № 1/2. S. 48–62 doi:10.58339/2949-0677-2024-6-1/2-48-62

**Введение**

Основным объектом исследований экологической геологии являются эколого-геологические системы (ЭГС) – части экосистемы как совокупности абиотических и биотических компонентов [2]. Ранее нами была охарактеризована систематика континентальных природных эколого-геологических систем Белоруссии элементарного уровня [3], согласно которой на территории страны было выделено девять типов ЭГС, сформированных на разных по составу и генезису массивах дисперсных и скальных грунтов, выступающих в качестве литотопов.

Особое место среди них занимают ЭГС массивов лёссовых грунтов, получившие довольно широкое распространение (до 15% всей площади республики) в пределах пологих возвышенностей, на склонах гряд, холмов, а также на плоских водоразделах крупных рек (рис. 1, 2). Их эколого-геологические особенности, структура и характерные черты абиотических и биотических компонентов имеют свою специфику, весьма отличную от других ЭГС, и до настоящего времени остаются пока слабо изученными. Поэтому целью данной статьи явилось выявление характерных особенностей природных ЭГС массивов лёссовых грунтов на территории Белоруссии.

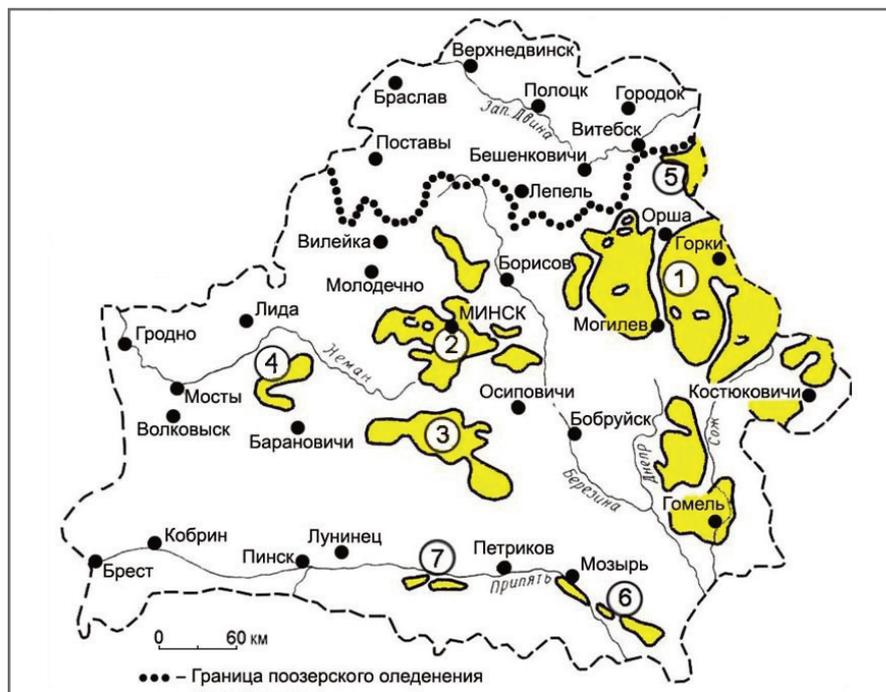


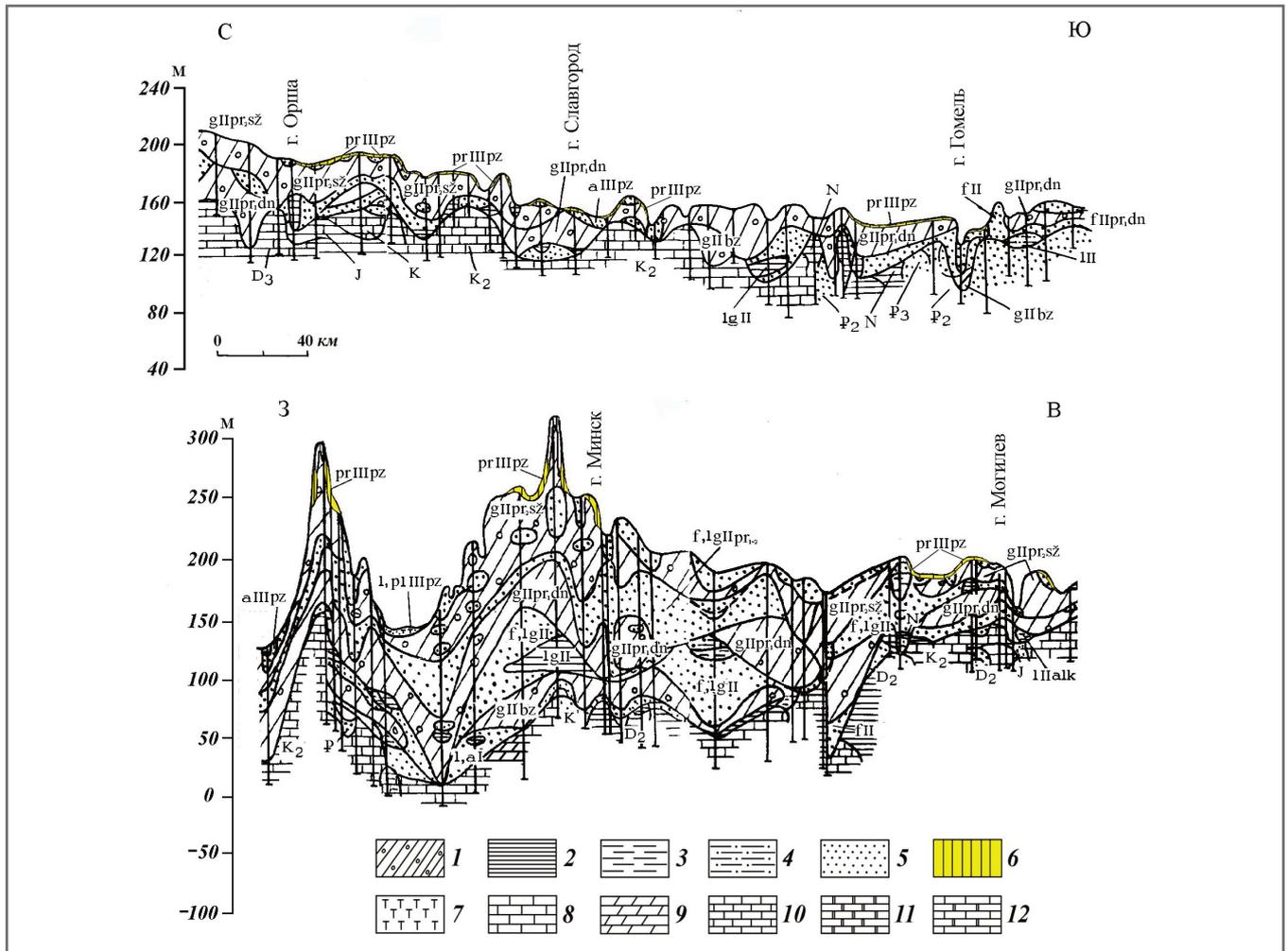
Рис. 1. Основные районы распространения массивов лёссовых и лёссовидных грунтов на территории Белоруссии [4]: 1 – Оршанско-Могилёвский; 2 – Минский; 3 – Слуцкий; 4 – Новогрудско-Кореличский; 5 – Лиозненский; 6 – Мозырско-Хойникско-Брагинский; 7 – Туровский

**Особенности абиотических компонентов ЭГС массивов лёссовых грунтов**

К абиотическим компонентам рассматриваемых ЭГС относятся литотоп,

гидротоп и эдафотоп (почвы) [6]. Последние согласно В.И. Вернадскому являются биокосным компонентом.

В состав литотопа входят: грунто-вый массив определенного состава и



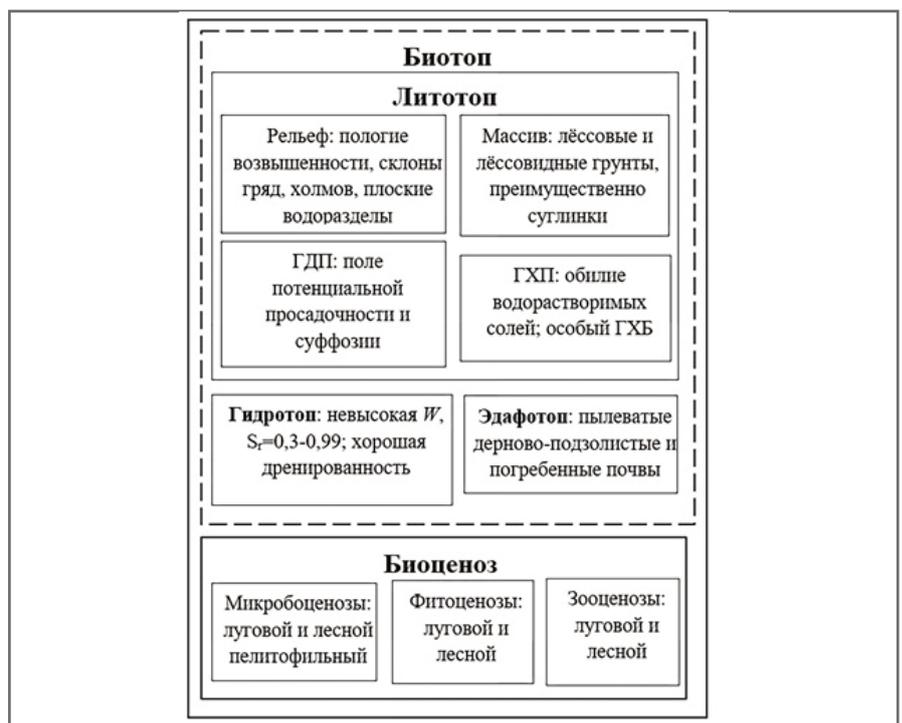
**Рис. 2.** Схематические геологические разрезы по линиям Орша – Славгород – Гомель и Минск – Могилев (по [5] с изменениями). Условные обозначения: 1 – моренные супеси и суглинки; 2 – глина; 3 – суглинок; 4 – супесь; 5 – песок; 6 – лёссы и лёссовидные грунты; 7 – торф; 8 – мел; 9 – мергель; 10 – известняк; 11 – доломит; 12 – доломитизированный известняк

строения, рельеф его поверхности, а также сформированные в пределах массива геодинамические и геохимические поля (рис. 3).

К основным особенностям литотопов ЭГС массивов лёссовых грунтов Белоруссии можно отнести следующее.

1. В их составе распространены преимущественно лёссовидные грунты. Типичные лёссы прослеживаются только на небольших участках. Подстилаются эти образования разнообразными по строению и составу моренными, флювиогляциальными, озерно-ледниковыми, аллювиальными, озерными и другими генетическими типами отложений четвертичной толщи. Граница с нижележащими подстилающими грунтами, как правило, резкая, местами постепенная [7, 8].

2. Мощность лёссовых и лёссовидных грунтов обычно небольшая и изменяется от 0,5 м на повышенных участках рельефа до 10 м и более в нижних частях склонов, в котловинах, ложбинах стока и других понижениях. На отдельных участках их мощность может уве-



**Рис. 3.** Структура ЭГС массивов лёссовых и лёссовидных грунтов Белоруссии. Аббревиатуры: ГДП – геодинамические поля; ГХП – геохимические поля; ГХБ – геохимический барьер; W – влажность; Sr – степень влажности

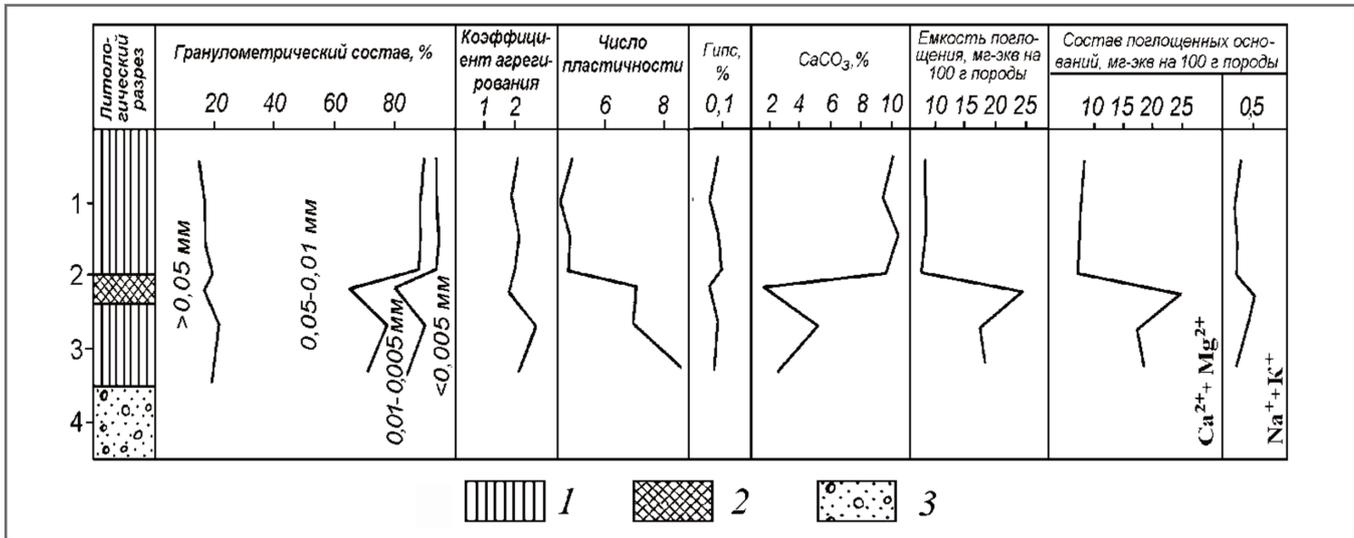


Рис. 4. Состав и свойства лёссовидных грунтов по разрезу «Поднепровье» в районе города Орша Витебской области [9]. Условные обозначения: 1 – лёссовидные супеси и суглинки; 2 – погребенная почва; 3 – сожская морена

личиваться в направлении от первой надпойменной террасы в сторону водораздельного плато [8, 9].

3. Минеральный состав обломочной части лёссовидных грунтов Белоруссии характеризуется резким преобладанием кварца, полевых шпатов и кальцита. Доля легкой фракции составляет 98,0–99,5% и более от всего объема грунта. Общее содержание основных породообразующих минералов (кварца и полевых шпатов) достигает 80–99%. На зерна кварца приходится в среднем до 80% количества легкой фракции. Содержание полевых шпатов обычно 15–20%, изредка больше. С уменьшением диаметра зерен количество кварца становится меньше, однако общее количество кварцевых обломков размером в диапазоне 0,1–0,005 мм никогда не снижается менее 50 %.

Содержание полевых шпатов, наоборот, возрастает с уменьшением размеров. Среди них обычно преобладают зерна умеренной выветрелости. В южном направлении содержание полевых шпатов имеет тенденцию к уменьшению. На карбонаты приходится до 10–20% и даже до 25% легкой фракции. Среди карбонатов преобладают мелкие зерна кальцита, реже доломита и сидерита с различными стяжениями [7].

4. Лёссовидные грунты часто слоистые и на глубину до 1,0–1,5 м обычно изменены почвенными процессами (см. фото на заставке). По литологическому составу они весьма неоднородны, представлены преимущественно пылеватыми супесями и легкими суглинками палево-желтого или палево-бурого цвета, иногда встречаются пылеватые лёссовидные пески и пылеватые слабо облёс-

сованные глины [7, 10]. В некоторых разрезах лёссовидных грунтов отмечались прослойки мелко- и разнозернистого песка, единичные зерна гравия, окатанная галька и даже мелкие валуны (размером до 10–15 см) из изверженных и осадочных пород [9].

5. Одним из главных признаков, выделяющих лёссовые и лёссовидные образования на территории Белоруссии среди других литолого-генетических типов отложений, является преимущественно пылеватый состав (содержание пылеватых частиц в них колеблется от 52 до 88%). В отличие от озерно-ледниковых отложений, которые также богаты пылеватыми частицами, в лёссах и лёссовидных грунтах все размерные фракции распределены относительно равномерно по всей толще (рис. 4). Незначительное присутствие глинистых частиц (3–12%) придает лёссовым грунтам невысокую емкость обмена, в обменном комплексе преобладают ионы Ca<sup>2+</sup> [7].

6. Плотность лёссовых и лёссовидных грунтов на территории Белоруссии в естественных условиях обычно изменяется от 1,50 до 2,20 г/см<sup>3</sup>, плотность скелета – в пределах 1,53–1,73 г/см<sup>3</sup>. Наиболее характерное значение плотности скелета: 1,63–1,64 г/см<sup>3</sup>. Их пористость изменяется от 32 до 55%, коэффициент пористости – от 0,40 до 1,00 (в среднем он составляет 0,7) [7, 10]. Нередко в грунтах можно наблюдать хорошо выраженные макропоры в виде пустот, превышающих по размеру минеральные частицы. Часть пор унаследована от растительных остатков и корней. Иногда пористость увеличивается за счет ископаемых почв. Чаше отмечаются неправильные округлые и удли-

ненные поры, встречаются шести- и четырехугольные. Иногда удлиненные поры, соединяясь, образуют цепочки и системы. Это способствует созданию хорошей аэрируемости пород зоны аэрации и вертикальному массопереносу; формируются условия доступности геологического пространства лёссовых и лёссовидных грунтов для микро- и макроорганизмов, что обуславливает их ресурсную экологическую функцию.

7. Наиболее мощные лёссовые толщи обладают просадочностью при избыточном увлажнении и дополнительной нагрузке до 30 см. Те образования, у которых мощность более 1 м, в ряде случаев при дополнительных нагрузках дают просадки 15–5 см. А на участках, где их мощность менее 1 м, они непросадочны [7, 8]. Также непросадочны и грунты со степенью водонасыщения S<sub>r</sub> более 0,75. В связи с повышенной пылеватостью лёссовые и лёссовидные грунты характеризуются легкой размокаемостью и тиксотропностью. В условиях низких температур при значительном увлажнении они обладают пучинистостью.

8. Невысокая прочность лёссовых и лёссовидных грунтов создает благоприятные условия роющим беспозвоночным и позвоночным животным в освоении подземного пространства массивов в качестве среды временного или постоянного обитания.

9. Весьма своеобразен рельеф ЭГС, образованный массивами лёссовых и лёссовидных грунтов. Это преимущественно покровные (чехлообразные) формы залегания толщ. Они не имеют сплошного распространения, а приурочены к определенным геоморфоло-



Рис. 5. Вершина оврага в массиве лёссовых грунтов в городе Мозырь Гомельской области [1]

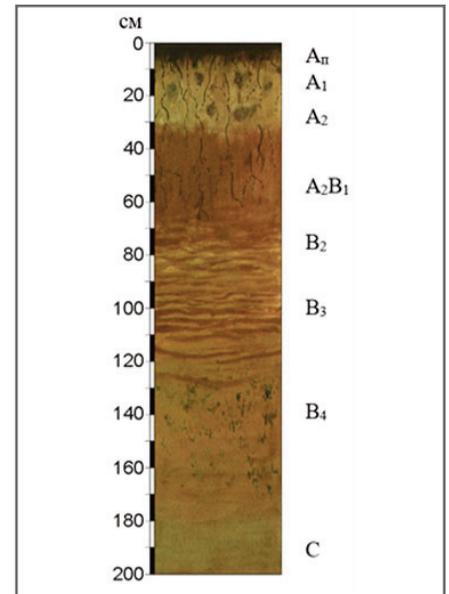


Рис. 6. Почва дерново-подзолистая на легких лёссовидных суглинках [15]

гическим уровням. Основные массивы их располагаются южнее пояса конечно-моренных возвышенностей поозерского оледенения, причем на высших точках водоразделов южнее этой границы они нередко отсутствуют (см. рис. 1, 2). Их поверхность во многих случаях платообразная или волнистая с абсолютными высотными отметками в интервале 170–290 м и относительными превышениями 2–5 м, с развитой овражно-балочной сетью, часто придающей рельефу увалистый характер и тяготеющей к речным долинам и водноледниковым ложбинам. Однообразие водораздельных пространств нередко нарушается блюдцеобразными западинами и воронками [11, 12].

10. Геодинамические поля, формирующиеся в пределах ЭГС лёссовых массивов Белоруссии, порождают в них проявление различных экзогенных геологических и инженерно-геологических процессов и явлений: просадочных деформаций земной поверхности, овражной эрозии (рис. 5), а также весьма характерных для них суффозионных и оползневых процессов [12].

11. Геохимические поля в пределах ЭГС массивов лёссовых и лёссовидных грунтов обуславливают характерные геохимические барьеры и специфическое перераспределение водорастворимых солей в этих толщах как по глубине, так и по площади. Они обуславливают геохимическую экологическую функцию.

Поскольку разнообразие растительного и животного мира Белоруссии формировалось под влиянием геологи-

ческой истории и современных физико-географических условий [13], следует отметить, что именно лёссовый литотоп оказывает определяющее влияние на все компоненты ЭГС и создает условия для реализации всех экологических функций литосферы. При этом надо заметить, что формирование данных условий, особенно их качество, в значительной степени будет зависеть не только от мощности лёссовой толщи, но и от подстилающего ее субстрата – песчаного или глинистого. В связи с этим, по нашему мнению, среди ЭГС массивов лёссовых грунтов Белоруссии необходимо выделять соответствующие типы массивов:

- 1) лёссовые, подстилаемые глинистыми грунтами;
- 2) лёссовые, подстилаемые песчаными грунтами.

**Гидротоп** ЭГС массивов лёссовых грунтов также обладает специфическими чертами, к которым относятся:

- переменные влажность (9–25%) и степень водонасыщения ( $S_r = 0,3–1,0$ ) грунтов, сильно зависящие от времени года, климата, рельефа и других факторов;
- хорошая водопроницаемость;
- специфический парагенетический комплекс воды в лёссовых грунтах зоны аэрации, состоящий из капиллярной (с капиллярной и «механически захваченной» водой), диффузионной (с осмотической и капиллярно-стыковой водой) и малоподвижной (с адсорбционной водой и водой капиллярной конденсации) комплексов [6, 14].

**Эдафотоп** рассматриваемых массивов лёссовых и лёссовидных грунтов

представлен в основном автоморфными и полугидроморфными дерново-подзолистыми почвами.

Наибольшее распространение среди них получили дерново-подзолистые почвы, местами эродированные, развивающиеся на лёссах и лёссовидных суглинках (рис. 6). Приурочены они преимущественно к высоким эродированным водоразделам, занимают около 10% территории Белоруссии. Наибольшее распространение получили в северо-восточной и центральной частях республики: на Минской, Новогрудской, Оршанской возвышенностях, Копыльской и Ошмянской грядах, Горецкой и Могилевской равнинах (см. рис. 1). Следует отметить, что в отличие от ЭГС массивов лёссовых грунтов Средней Азии и юга России, где в ряде случаев эдафотопы на лёссах отсутствуют [6, 14], образуя неполные ЭГС, для территории Белоруссии всегда характерно наличие эдафотопов на лёссовых толщах.

Строение их профиля типично для дерново-подзолистых почв, отличительным признаком является палевый цвет подзолистого горизонта и сильно растянутый профиль на рыхлых грунтах (супесях, песках). Они имеют следующее строение:  $A_n - A_1 - A_2 - B_1 (A_2B_1) - B_2 - \dots - C$  (см. рис. 6).

В иллювиальном горизонте часто наблюдается чередование белесо-палевых и бурых прослоек (см. рис. 6). Наличие такого горизонта характерно для почв, сформировавшихся на выравненных участках в условиях ослабленного поверхностного стока. Нередко лёссовидные суглинки имеют небольшую мощ-

ность и на глубине около метра подстилаются моренными суглинками или водно-ледниковыми песками. Подстиление рыхлыми породами заметно снижает плодородие этих почв [16].

Встречаются вторично оподзоленные почвы со вторым гумусовым горизонтом. Эти почвы получили развитие в восточной части республики, главным образом в пределах Горецкой равнины, где встречаются отдельными участками среди дерново-палево-подзолистых почв, и широкого распространения не получили [17].

Дерново-подзолистые почвы, развивающиеся на лёссах и лёссовидных суглинках, характеризуются пылеватым гранулометрическим составом и содержат значительное количество водорастворимых солей. Отмечается наличие горизонтов погребенных почв, свидетельствующих о динамике накопления лёссовых образований, длительности существования их дневной поверхности в предшествующие геологические эпохи и палеогеографических особенностях ЭГС.

Для почв характерна среднекислая реакция среды, невысокие емкость поглощения и насыщенность основаниями, малое содержание  $P_2O_5$  и  $K_2O$ . Содержание гумуса невысокое (менее 2%), соотношение концентраций углерода гумусовых кислот и фульвокислот ( $C_{гк}/C_{фк}$ ) близко к единице [16]. Преобладание во фракционном составе пылеватых частиц обуславливает слабую устойчивость этих почв к водной эрозии. Однако, несмотря на ряд отрицательных свойств (кислая реакция, невысокое содержание гумуса,  $P_2O_5$  и  $K_2O$ ), почвы на лёссах и лёссовидных суглинках среди дерново-подзолистых почв Белоруссии имеют самое высокое естественное плодородие, которое в основном обусловлено наличием в них большого количества питательных компонентов и благоприятной макроструктурой. Распространение их в виде больших, выровненных по рельефу массивов делает их удобными для сельскохозяйственного использования с широким применением средств механизации.

Небольшие площади страны занимают *дерново-подзолистые заболоченные почвы* на лёссовых грунтах. Формируются они в результате наложения на гумусово-аккумулятивный и подзолистый горизонты болотного (глеевого) типа в условиях продолжительного периодического переувлажнения застойными атмосферными или близко залегающими грунтовыми водами. Насы-

щенность отдельных горизонтов или всего профиля влагой в течение более или менее длительного времени приводит к развитию в почве восстановительных процессов, следствием которых являются: образование железистых ржаво-охристых пятен, пунктиций марганца; общее осветление профиля; образование пятен и прослоек глея или сплошного глеевого горизонта. При переувлажнении атмосферными водами признаки гидроморфизма проявляются в верхней части профиля, усиливаются к средней части и ослабевают на глубине более 1 м. В нижней части профиля признаки гидроморфизма выражены очень слабо или практически отсутствуют. При близком залегании грунтовых вод от поверхности первичные признаки гидроморфизма появляются обычно в подзолистом горизонте и вниз по профилю усиливаются [17].

В естественном состоянии эти почвы имеют кислую реакцию ( $pH_{гк}$  составляет 3,6–5,5), высокое содержание подвижного алюминия, низкую степень насыщенности основаниями. Содержание гумуса составляет 2,0–6,0% в глееватых почвах и до 10% в глеевых. Во фракционном составе гумуса преобладают фульвокислоты, за исключением верхнего горизонта грунтово-глеевых почв, где соотношение концентраций углерода гуминовых кислот и углерода фульвокислот ( $C_{гк}/C_{фк}$ ) больше единицы [16].

### Особенности биотических компонентов ЭГС массивов лёссовых грунтов ▶

**Микробиоценоз** рассматриваемых ЭГС также специфичен, однако он малоизучен. Видовой состав их представлен бактериями, протистами, низшими грибами и водорослями. Микробные сообщества осуществляют гумификацию растительных и других органических остатков и формируют гумус на лёссах. Аэробные микроорганизмы осваивают всю зону аэрации ЭГС массивов лёссовых толщ и проникают на глубину. В то же время следует заметить, что количество и качественный состав микробиоты по разрезу лёссовой толщи могут существенно различаться. Так, исследования разрезов лёссовых грунтов в районе Горецкой равнины в Могилевской области, выполненные К.И. Лукашёвым и др. [18], при которых были вскрыты субаэральная лёссовая толща и оглеенные лёссы под озерно-болотными отложениями, показали, что наибольшее количество микроорганизмов, представленных *Metallogenium symbioticum*, *Thio-*

*bacillus ferrooxidans*, *Leptothrix ochracea*, *Cladothrix*, было обнаружено в почвенном слое (39,9 тыс. кл./г). С глубиной (до 4,75 м) количество микробов в целом уменьшалось до 3,9 тыс. кл./г. Совершенно стерильных слоев в лёссовых толщах обнаружено не было: та или иная микрофлора встречалась на различных глубинах. Больше всего отмечалось *Cladothrix*, в незначительных количествах присутствовали *Metallogenium symbioticum*, *Thiobacillus ferrooxidans*. Кроме того, в разрезе субаэральных лёссов наблюдалось больше микроорганизмов всех видов, чем в оглеенных, что связано главным образом с окислительно-восстановительными условиями среды. При этом в нижней части разреза лёссовой толщи под озерно-болотными отложениями в сильно-оглеенных лёссах авторам работы [18] не удалось обнаружить бактерии видов *Metallogenium symbioticum* и *Thiobacillus ferrooxidans*.

Интересные данные по составу и биомассе почвенной микробиоты в хвойных и широколиственных лесах пригородных зон Могилева, развитых на дерново-палево-подзолистых супесчано-суглинистых почвах массивов лёссовых и лёссовидных грунтов, приводятся в работе Н.В. Новиковой с соавторами [19]. В частности, ими установлено, что в лесных подстилках почвенного разреза длина мицелия грибов достигает до полутора тысяч метров на 1 г подстильного материала (1072,6–1488,0 м/г); в гумусовых, подзолистых и гумусово-подзолистых горизонтах длина мицелия варьирует от 300 до 900 м/г почвы (рис. 7), в иллювиальных горизонтах длина мицелия грибов составляет десятки метров на 1 г почвы (58–186 м/г). Биомасса микроскопических грибов в лесной подстилке составляет от 3,55 до 5,80 м/г подстильной массы; в гумусовых, подзолистых и гумусово-подзолистых горизонтах грибная биомасса в 1,5–2 раза ниже (от 1,33 до 3,96 м/г почвы).

Численность бактерий в лесных подстилках хвойных насаждений варьирует в пределах 4–7 млрд бактериальных клеток на 1 г подстильной массы (4224,0–6681,0 млрд кл./г), биомасса которых равна 0,085–0,134 м/г лесной подстилки. В гумусовых, подзолистых, гумусово-подзолистых и иллювиальных горизонтах численность бактерий заметно снижается и составляет 1–4 млрд кл./г почвы, биомасса которых равна 0,012–0,086 м/г почвы. Суммарная биомасса почвенных грибов и бак-

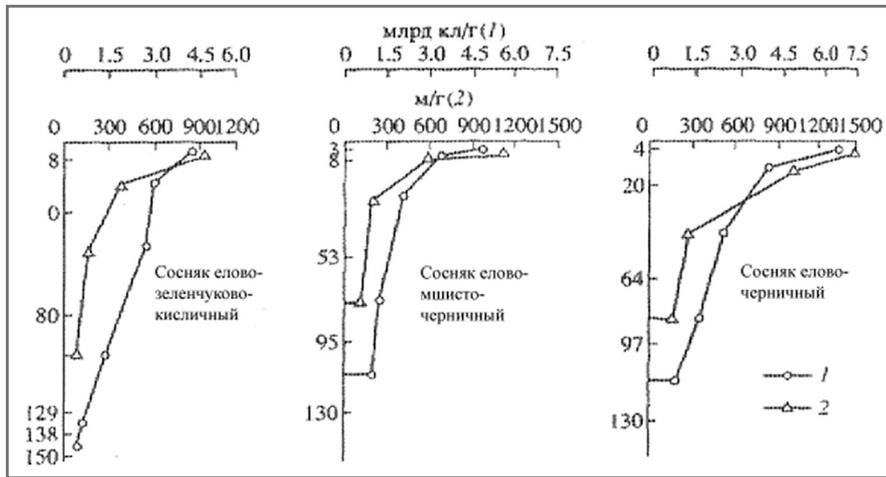


Рис. 7. Численность бактерий (1) и длина мицелия микроскопических грибов (2) по генетическим горизонтам дерново-палево-подзолистых почв хвойных биогеоценозов пригородных зон города Могилев



Рис. 8. Лесолуговая растительность на массивах лёссовых грунтов (Горечий район Могилевской области) [20]

терий в лесных подстилках составляет 3,64–5,93 мг/г почвы, при этом в минеральных почвенных горизонтах она равна 0,026–2,310 мг/г почвы.

Результаты учета микробной массы отмечают возрастающие показатели в елово-черничных фитоценозах. При сопоставлении данных по микробной биомассе и содержанию биогенных элементов (С, N, P) между ними выявлены корреляционные связи с коэффициентом корреляции  $r = 0,85 \div 0,92$  (с ошибкой  $s_r = 0,08 \div 0,10$ ). Между микробной массой и содержанием подвижных форм азота и фосфора:  $r = 0,83 \div 0,84$  ( $s_r = 0,11$ ). Выявлена также отрицательная корреляция между микробной биомассой и плотностью дерново-палево-подзолистых супесчано-суглинистых почв:  $r = -0,82$  ( $s_r = 0,11$ ). Установлены также тесные корреляционные связи между ферментативной активностью и биомассой почвенных микроорганизмов:  $r = 0,75 \div 0,86$  ( $s_r = 0,10 \div 0,13$ ), ме-

нее тесная связь – с активностью дегидрогеназы и наиболее высокая – с активностью каталазы.

Расчеты численности микробиоты и микробной биомассы на полутораметровый слой почвы с учетом мощности и плотности генетических горизонтов на 1 см<sup>2</sup> и 1 м<sup>2</sup> поверхности позволили выявить не только различия между фитоценозами, но и степень воздействия рекреационной нагрузки, где елово-черничные фитоценозы по биогенности их почв характеризуются наиболее благоприятной экологической ситуацией. Запасы микробной биомассы в этих почвах составляют от 0,82 до 2,15 кг/м<sup>2</sup>. Грибная биомасса составляет до 95% от общей массы микробиоты. Бактериальная масса колеблется от 3,2 до 8,2% от микробной биомассы и до 0,2–0,6% от органической массы почв. Биомасса микробиоты составляет 6–10% от органической массы почв и 0,4–0,9% от веса почвы,

тогда как ее органическая часть равна 6–14% от массы почвы [19].

Резюмируя вышесказанное, отметим, что микробоценозы массивов лёссовых грунтов существенно отличаются от таковых у иных грунтов и играют огромную роль в формировании особенностей данных ЭГС. В то же время численность, качественный состав и активность микробных сообществ в них в значительной степени зависят от свойств литотопов и почв, а также от физико-географической обстановки. С учетом различий в почвах и фитоценозах (о чем будет подробнее сказано ниже) вероятно, что в самом общем виде микробоценозы массивов лёссовых грунтов Белоруссии можно подразделить на два типа: луговые и лесные.

Среди фитоценозов ЭГС массивов лёссовых и лёссовидных грунтов на территории Белоруссии выделяется два основных типа:

1) луговые фитоценозы с суходольным луговым травостоем из злаков и разнотравья (рис. 8);

2) лесные фитоценозы с небольшими массивами широколиственно-еловых, широколиственно-сосново-еловых, еловых, сосновых и мелколиственных (осиновых и бородавчатоберезовых) лесов с характерными для них видами подлеска и кустарничково-моховых растений (рис. 9).

Луговые фитоценозы (первого типа, см. рис. 8), занимают повышенные формы рельефа междуречий (плоские равнины, верхние и нижние части склонов), а также неглубокие плоские понижения на равнинах, характеризуются небольшим площадным распространением и мелкоконтурностью, часто они вкраплены среди пахотных угодий, местами закустарены березой, осиной и ольхой серой [22].

В зависимости от рельефа местности, условий увлажнения и почв луговые фитоценозы сильно изменяются по качеству травостоя. Среди формирующих их растительных сообществ господствуют злаки и бобовые. Наибольшим распространением пользуются: овсяница красная (*Festuca rubra*); овсяница овечья (*Festuca ovina*); мятлик луговой (*Poa pratensis*); белоус торчащий (*Nardus stricta*); клевер луговой (*Trifolium pratense*); клевер белый (*Trifolium repens*); мышиный горошек (*Vicia cracca*) и др.

Лесные фитоценозы (второго типа, см. рис. 9) получили свое развитие на Минской, Новогрудской, Оршанской возвышенностях, Копыльской и Ош-

мянской гряды, Горецкой и Могилевской равнинах. Причем их наличие также является характерной чертой рассматриваемых ЭГС на территории Беларуси в отличие от таковых в иных регионах распространения лёссовых грунтов.

Эти фитоценозы неоднородны по составу и весьма разнообразны. Причем среди лесных фитоценозов наиболее широкое распространение на территории страны получили:

- 1) широколиственно-еловые;
- 2) широколиственно-сосново-еловые;
- 3) еловые (см. рис. 9).

Эти группы сложных ельников произрастают преимущественно на плодородных легкосуглинистых дерново-подзолистых почвах, подстилаемых лёссовыми грунтами, где создаются вполне оптимальные условия для роста и развития широколиственных древесных пород (дуба, липы, ясеня, клена), которые не только обильно встречаются в подросте, образуя редкостойный второй ярус, но и входят как примесь в состав верхнего яруса древостоев. В подлеске преобладают лещина (*Corylus avellana*), жимолость обыкновенная (*Lonicera xylosteum*), бересклет бородавчатый (*Euonymus verrucosa*), режа – можжевельник обыкновенный (*Juniperus communis*) [23].

В типологическом отношении эти лесные фитоценозы своеобразны, хотя их эдафотопы существенно не различаются. Они объединяют следующие типы: кисличный (*Piceetum oxalidosum*), снытевый (*Pic. aegopodiosum*), орляковый (*Pic. pteridiosum*) и папоротниковый (*Pic. dryopteridosum*) [23].

Насаждения ельника орлякового предполагаются большей частью на относительно повышенных элементах плато, а также на склонах гряд и холмов, формируются на почвенно-грунтовой субстрате из лёссовидных суглинков, подстилаемых преимущественно сожской мореной. Грунтовые воды на данных участках в межень залегают на глубине 2,0–2,5 м. В периоды сильного выпадения осадков на контакте с мореной образуется верховодка.

Ельники кисличный и снытевый приурочены главным образом к местам залегания массивных лёссовых и лёссовидных суглинков в виде плато (Оршанская возвышенность, Горецкая и Могилевская равнины) или шлейфов (склоны Минской, Новогрудской возвышенностей, Ошмянской гряды). Почвы на этих территориях высокоплодородны, достаточно обогащены гумусом (4,7–7,3%), увлажняются как грунтовыми



Рис. 9. Ельник зеленчуково-кисличный (*Piceetum galeobdolosoxalidosum*) [21]

водами, залегающими здесь в период вегетации сравнительно неглубоко, так и частыми верховодками, формирующимися в лёссовых массивах в периоды обильного снеготаяния или выпадения дождевых осадков [23].

Фитоценозы ельника папоротникового часто развиваются в западинах, а также на стыках массивов лёссовых грунтов с речными долинами. Сформированные здесь почвы характеризуются повышенной влажностью и кислотностью.

Древостой этой группы сложных ельников исключительно высокопродуктивные, преимущественно смешанные по составу, сложные по форме. Монодоминантные фитоценозы встречаются редко. Насыщенность широколиственными породами древостоев и неморальными видами напочвенного покрова резко возрастает к югу. Подлесочный ярус хорошо развит. В подлеске: лещина, рябина, крушина ломкая, можжевельник обыкновенный, жимолость обыкновенная, бересклет бородавчатый. Из кустарничков присутствуют: *Vaccinium myrtillus*, *Vac. vitis-idaea*, *Genista tinctoria*. В живом напочвенном покрове этих лесов общий фон образует кислица обыкновенная (*Oxalis acelosella*). Фрагментарно доминантами покрова выступают представители бореальной флоры (*Pteridium aquilinum*, *Athyrium filis-femina*, *Dryopteris filix-mas*, *D. spinulosa*) и неморальные виды – индикаторы типов леса (*Aegopodium podagraria*, *Urtica dioica*). Из другого неморального разнотравья здесь встречаются

зеленчук желтый (*Galeobdolon luteum*) (см. рис. 9), живучка ползучая (*Ajuga reptans*), перелеска благородная (*Hepatica nobilis*), медуница неясная (*Ptilimnaria obscura*), ясменник душистый (*Asperula odorata*) и др. Моховой ярус слагают зеленые мхи – *Rhytidiadelphus triquetrus*, *Hylocomium splendens*, *Dicranum undulatum*, *D. scoparium*, *Mitium cuspidatum*, *Climacium dendroides* [23].

Таким образом, видовые составы растений двух типов рассматриваемых фитоценозов на лёссовых грунтах Беларуси существенно различаются, что, несомненно, сказывается и на различиях взаимодействующих с ними микро- и зооценозов.

В соответствии с этим **зооценоз** ЭГС массивов лёссовых и лёссовидных грунтов Беларуси также представлен двумя типами:

- 1) луговым;
- 2) лесным.

**Луговые зооценозы** на массивах лёссовых и лёссовидных грунтов распространены в тех же регионах, что и луговые фитоценозы (см. выше). В их составе выделяются беспозвоночные и позвоночные животные.

**Фауна беспозвоночных** в составе луговых зооценозов более богата по сравнению с фауной позвоночных. В ней выделяются червеобразные, моллюски, паукообразные и насекомые. Из червеобразных здесь обитают дождевые черви (*Aporrectodea caliginosa*, *Octolasion lacteum*, *Dendrobaena octaedra*, *Lumbricus rubellus* и другие их виды), причем численность дождевых червей в лу-

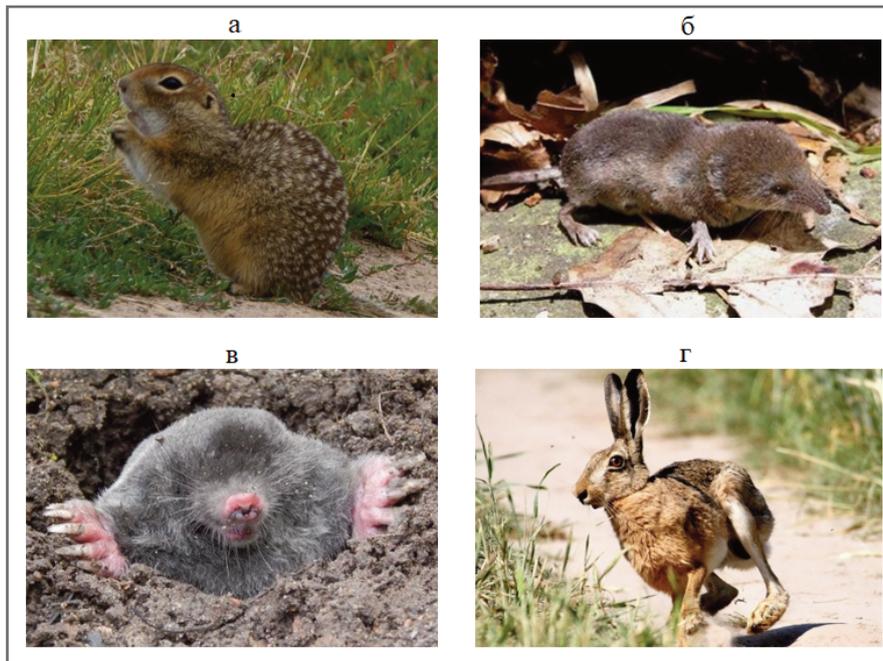


Рис. 10. Луговые млекопитающие ЭГС массивов лёссовых и лёссовидных грунтов: а – суслик крапчатый (*Spermophilus suslicus*); б – бурозубка обыкновенная (*Sorex araneus*); в – крот европейский (*Talpa europaea*); г – заяц-русак (*Lepus europaeus*) [27]

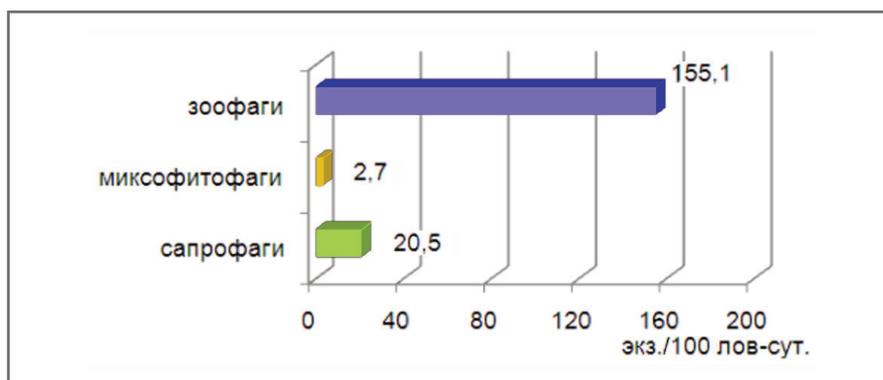


Рис. 11. Динамическая плотность (экз./100 лов-сут. [ловушко-сутки]) трофических групп беспозвоночных в ельниках [28]

говых зооценозах выше, чем в лесных [24]. Кроме того, их численность меняется по сезонам и достигает максимума к осени. Из моллюсков встречаются виноградная улитка (*Helix pomatia*), слизни (*Arion hortensis*) и др. Также многочисленны различные паукообразные (*Arachnida*).

Из насекомых в луговых зооценозах встречаются представители почти всех отрядов: здесь отмечены стрекозы (*Odonata*), прямокрылые (*Orthoptera*), равнокрылые (*Homoptera*), клопы (*Hemiptera*), трипсы (*Thysanoptera*), жуки (*Coleoptera*), которые доминируют среди прочих насекомых (представлено 6 семейств), двукрылые (*Diptera*), перепончатокрылые (*Hymenoptera*) и чешуекрылые (*Lepidoptera*). Однако изученность представителей этих отрядов в фауне луговых зооценозов неравномерна и не-

достаточна [25]. Из жуков-карапузиков (*Histeridae*), относящихся в основном к зоофагам, на массивах лёссовых грунтов отмечено около 45 видов [26].

Среди булавоусых чешуекрылых (*Rhopalocera*) в луговых зооценозах обычны толстоголовки (*Carterocephalus palaemon*, *C. silvicola*, *Heteropterus morpheus*, *Thymelicus lineola*, *Ochlodes sylvanus*, *Hesperia comma*), белянки (*Leptidea sinapis*, *Anthocharis cardamines*, *Pieris rapae*, *P. napi*, *P. rapae*, *Pontia edusa*, *Colias myrmidone*, *C. hyale*, *Gonepteryx rhamni*), сатиры (*Coenonympha arcania*, *C. hero*, *C. glycerion*, *C. pamphilus*, *Aphantopus hyperantus*, *Maniola jurtina*), нимфалиды (*Aglais urticae*, *Araschnia levana*, *Issoria lathonia*, *Clossiana selene*, *C. dia*, *Brenthis ino*, *Vanessa Atalanta*, *V. cardui*), голубянки (*Lycaena phlaeas*, *Heodes virgaureae*, *Thersamonolycaena dispar*, *Palaeoc-*

*hrysophanus hypophoe*, *Celastrina argiolus*, *Maculinea alcon*, *Plebejus argus*, *Pl. idas*, *Pl. argyrognomon*, *Aricia agestis*, *A. artaxerxes*, *Cyaniris semiargus*, *Plebicula amandus*, *Polyommatus icarus*), а также парусник махаон (*Papilio machaon*) [13]. Среди разноусых чешуекрылых (*Heterocera*) в луговых зооценозах доминируют огневки (*Pyralidae*), пяденицы (*Geometridae*) и совки (*Noctuidae*).

Фауна позвоночных в составе луговых зооценозов менее богата в видовом отношении. Пресмыкающиеся здесь представлены ящерицей живородящей (*Zootoca vivipara*) и ящерицей прыткой (*Lacerta agilis*). Из птиц встречаются луговые виды: перепел (*Coturnix coturnix*), куропатка серая (*Perdix perdix*), пустельга (*Falco tinnunculus*), чеглок (*F. subbuteo*), чибис (*Vanellus vanellus*), стриж черный (*Apus apus*), угод (*Upupa epops*), жаворонок полевой (*Alauda arvensis*), воробей полевой (*Passer montanus*), белая трясогузка (*Motacilla alba*) и др. [27].

Млекопитающие представлены также луговыми видами, такими как: крот европейский (*Talpa europaea*), белозубка малая (*Crocidura suaveolens*), бурозубка обыкновенная (*Sorex araneus*), заяц-беляк (*Lepus timidus*), заяц-русак (*L. europaeus*), суслик крапчатый (*Spermophilus suslicus*), полевки (*Microtus arvalis*, *M. rossiameridionalis*, *M. subterraneus*, *M. oeconomus*), мышь полевая (*Apodemus agrarius*) и др. (рис. 10).

Границы распространения лесных зооценозов также совпадают с границами соответствующих лесных фитоценозов, рассмотренных выше. Они представлены как беспозвоночными, так и позвоночными животными. Наиболее репрезентативной в лёссовых ЭГС является первая группа животных – беспозвоночных.

Так, исследования почвенной мезофауны, проведенные Н.В. Гуриной в еловых лесах центральной части Белоруссии [28], развитых на лёссовых и лёссовидных грунтах, позволили выявить 214 видов беспозвоночных, относящихся к 34 семействам и 133 родам. Наибольшим количеством видов представлены пауки (122), из которых 5 видов отмечены для региона впервые – *Formiphantes lepthyphantiformis*, *Glyptesis cottonae*, *Megalepthyphantes pseudocolinus*, *Palliduphantes pillichii*, *Tegenaria atrica*. В комплексе беспозвоночных здесь также выявлено 46 видов жужелиц и 21 вид двупарноногих многоножек. Остальные 4 группы беспозвоночных представлены значительно меньшим

числом видов: сенокосцы – десятью, губоногие многоножки – шестью, дождевые черви – семью, мокрицы – двумя.

В комплексах беспозвоночных выявлены представители трех трофических групп: зоофаги, сапрофаги и миксофитофаги. Зоофаги представлены 175 видами и доминируют по динамической плотности (рис. 11). Сапрофагов установлено 30 видов с более низкой динамической плотностью. Среди миксофитофагов отмечено 9 видов.

Автором работы [28] проанализирована также структура функциональных групп дождевых червей, пауков, жуужелиц и двупарноногих многоножек. Комплекс дождевых червей включает 36% подстилочных форм и 39% почвенно-подстилочных, что связано с наибольшей пригодностью постилки и верхних слоев почвы ельников для обитания этих беспозвоночных. Обилие собственно почвенных дождевых червей составляет 17%, червей-норников – 8%. В комплексе пауков выявлено 10 жизненных форм. Наиболее многочисленны представители семейств, плетущих ловчие сети (тенетников) – 76%. Среди видов семейств, не плетущих сети, доминируют пауки-засадники и виды, охотящиеся на поверхности почвы. Спектр жизненных форм жуужелиц включает 9 групп, среди которых доминируют зоофаги и наиболее многочисленны из них поверхностные, подстилочные и подстильно-почвенные формы. Из жуужелиц 29 видов относятся к мезофильным формам. Гигрофильными формами в основном представлены двупарноногие многоножки (19 видов).

Изучение структуры групп беспозвоночных в ельниках трех типов (кисличном, мшистом и орляковом) показало, что по числу выявленных видов беспозвоночных данные ельники практически не различаются: в самом сухом из них (кисличном) отмечено 140 видов почвенных беспозвоночных, а в более влажных орляковом и мшистом ельниках – 130 и 126 видов соответственно [28]. При этом был проанализирован состав доминантов, встречающихся в ельниках одного типа. В ельнике орляковом выявлен один вид жуужелиц (*Carabus nemoralis*) и два гигрофильных вида пауков (*Helophora insignis* и *Pirata hygrophilus*) (рис. 12).

В ельнике кисличном отмечены такие виды пауков, как *Cryphoea silvicola* и *Diaea dorsata*, обитающие в подстилке, под камнями, а из жуужелиц – вид *Amara brunnea*, который довольно многочислен в сухих и светлых ле-

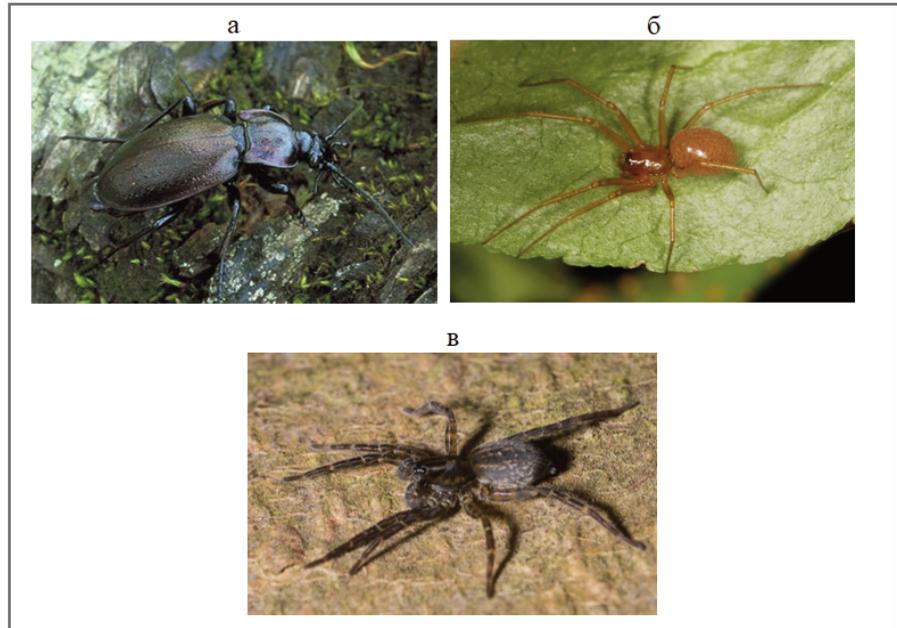


Рис. 12. Доминанты почвенной мезофауны ельника орлякового: а – *Carabus nemoralis*; б – *Helophora insignis*; в – *Pirata hygrophilus* [29]

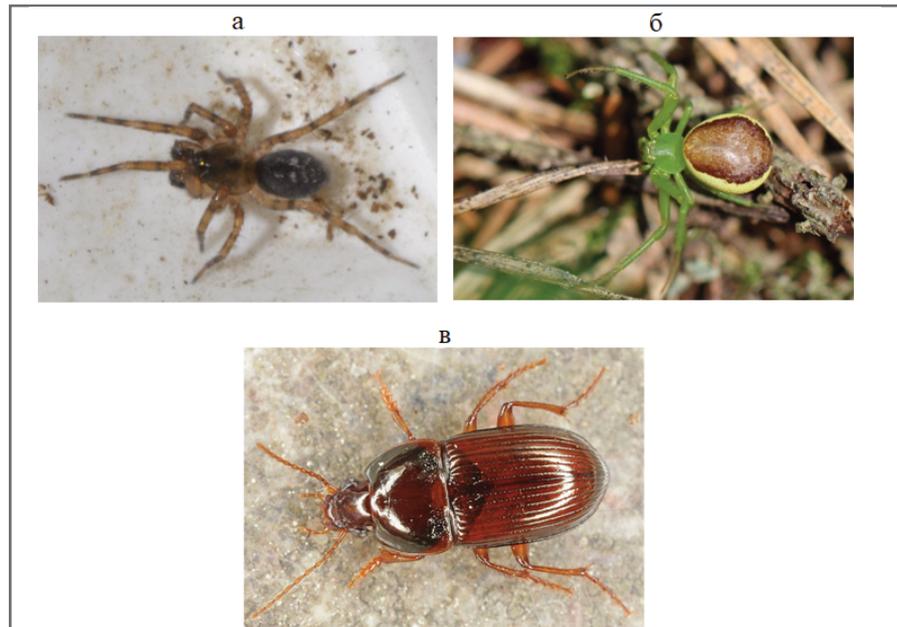


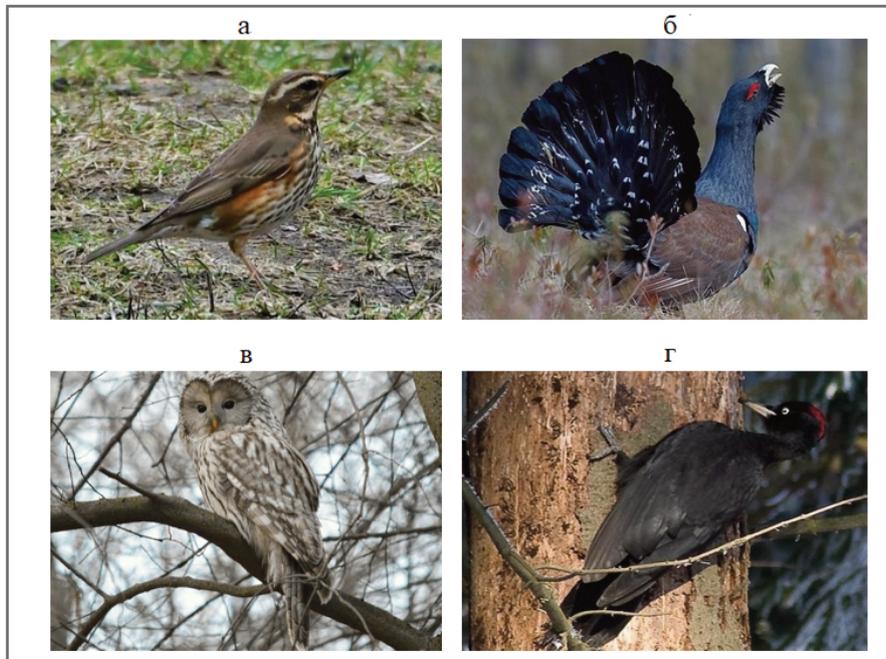
Рис. 13. Доминанты почвенной мезофауны ельника кисличного: а – *Cryphoea silvicola*; б – *Diaea dorsata*; в – *Amara brunnea* [29]

сах (рис. 13). Из доминантных видов двупарноногих многоножек только *Rossiulus vilnensis* отмечен в одном из ельников (мшистом). Было выявлено также изменение структуры основных групп беспозвоночных по мере увеличения влажности почвы в ряду ельников «кисличный – мшистый – орляковый».

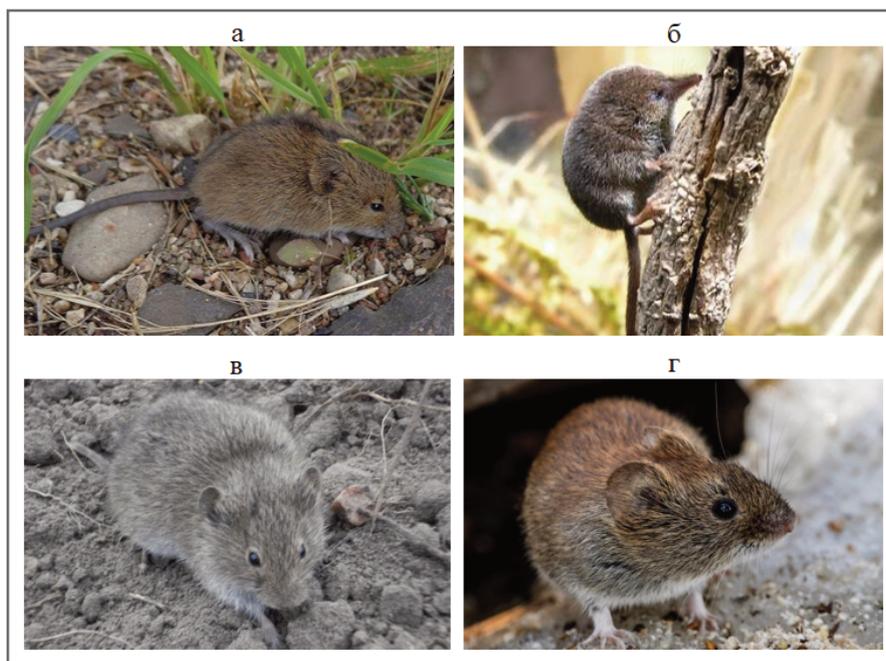
Установлено, что наибольшее число доминантных видов отмечено в самом влажном из ельников – орляковом, главным образом за счет пауков (видов), 4 вида которых являются гигрофильными.

Как следует из результатов проведенных исследований, условия обитания в ельниках разного типа формируют свойственный каждому их типу видовой состав и структуру сообществ почвенных беспозвоночных, что подтверждается индексами видового богатства и видового разнообразия [28].

Также в составе лесных зооценозов ЭГС массивов лёссовых грунтов на территории Белоруссии значительным числом видов насекомых представлены полужестокрылые (*Heteroptera*), чешуекрылые (*Lepidoptera*), двукрылые (*Diptera*) и перепончатокрылые (*Hymenopte-*



**Рис. 14.** Редкие и охраняемые виды орнитофауны ЭГС массивов лёссовых грунтов: а – белобровик (*Turdus iliacus*); б – глухарь (*Tetrao urogallus*); в – длиннохвостая неясыть (*Strix uralensis*); г – черный дятел (*Dryocopus martius*) [27]



**Рис. 15.** Норные млекопитающие ЭГС массивов лёссовых и лёссовидных грунтов: а – мышовка лесная (*Sicista betulina*); б – бурозубка малая (*Sorex minutus*); в – полевка обыкновенная (*Microtus arvalis*); г – полевка лесная (*Clethrionomys glareolus*) [27]

ра), обитающие по большей части в лесолуговых фитоценозах.

Среди чешуекрылых в лесных зооценозах отмечены толстоголовки (*Pyrgus malvae*, *P. alveus*, *Ochlodes sylvanus*), белянки (*Leptidea sinapis*, *Anthocharis cardamines*, *Aporia crataegi*, *Pieris napi*, *Gonepteryx rhamni*), сатиры (*Parage aegeria*, *Lopinga achine*, *Lasiommata maera*, *Coenonympha arcania*, *C. glycerion*, *Aphantopus hyperantus*, *Erebia medusa*, *E. ligea*),

нимфалиды (*Apatura iris*, *A. ilia*, *Limenitis populi*, *L. camilla*, *Neptis rivularis*, *Inachis io*, *Nymphalis antiopa*, *N. polychloros*, *Aglais urticae*, *Polygonia c-album*, *Argynnis paphia*, *A. adippe*, *A. aglaja*, *A. laodice*, *Clossiana eunomia*, *C. selene*, *C. dia*, *Euphydryas aurinia*, *E. maturna*, *Melitaea diamina*, *M. athalia*, *M. aurelia*), голубянки (*Nordmannia w-album*, *Callophrys rubi*, *Heodes virgaureae*, *Lycaena palaemon*, *Cupido minimus*, *Everes argiades*, *Plebejus*

*argus*, *Pl. argyrognomon*, *Eumedonia eumedon*, *Polyommatus icarus*, *Cyaniris semiargus*) [30].

Из позвоночных животных в составе лесных зооценозов, экологически связанных с массивами лёссовых грунтов, многочисленны рептилии, птицы и млекопитающие. Из рептилий встречаются ящерицы (*Lacerta agilis*, *Lacerta vivipara*) и змеи (*Coronella austriaca*, *Natrix natrix*, *Vipera berus* и др.) [31].

Среди птиц отмечено множество видов, значительный «удельный вес» из которых составляют представители таежных комплексов. Причем некоторые из них являются редкими и охраняемыми [31]: белобровик (*Turdus iliacus*), глухарь (*Tetrao urogallus*), длиннохвостая неясыть (*Strix uralensis*), клёст-еловик (*Loxia curvirostra*), снегирь (*Pyrrhula pyrrhula*), чёрный дятел (*Dryocopus martius*), трехпалый дятел (*Picoides tridactylus*) и др. (рис. 14).

Фауна лесных млекопитающих-пелитофилов, приуроченных к массивам лёссовых и лёссовидных грунтов, является смешанной (елово-широколиственных лесов и лесостепных видов) [13] и представлена различными роющими и норными животными, использующими лёссовые грунты как ресурс жизненного геологического пространства. Это мышовка лесная (*Sicista betulina*), мышшь полевая (*Apodemus agrarius*), мышшь лесная малая (*Apodemus uralensis*), крот обыкновенный (*Talpa europaea*), бурозубка обыкновенная (*Sorex araneus*), бурозубка малая (*Sorex minutus*), полевка обыкновенная (*Microtus arvalis*), полевка рыжая, или лесная (*Clethrionomys glareolus*), и др. [27, 31] (рис. 15).

Таким образом, луговые и лесные зооценозы в составе ЭГС массивов лёссовых и лёссовидных грунтов Белоруссии существенно различаются между собой, что обусловлено, в первую очередь, различиями взаимодействующих с ними луговых и лесных фитоценозов соответственно.

### Классификация эколого-геологических систем массивов лёссовых грунтов Белоруссии ▶

Учитывая выявленные и рассмотренные выше особенности абиотических и биотических компонентов ЭГС массивов лёссовых грунтов Белоруссии, можно предложить классификацию этих систем для территории Белоруссии (см. таблицу). сновными принципами ее построения выступают особенности массивов лёссовых грунтов –

**Таблица. Классификация эколого-геологических систем массивов лёссовых грунтов Белоруссии**

Абиотические компоненты	Биокосные и биотические компоненты					
	Литотоп	Эдафотоп	Микро-биоценоз	Фитоценоз	Зооценоз	Тип ЭГС
Лёссовый грунт	Дерново-подзолистая почва	Луговой	Луговой	Луговой	Луговой	I. Луговая ЭГС массивов лёссовых грунтов
	Дерново-подзолистая почва					Лесной
	Дерново-подзолистая заболоченная почва	Лесной	Лесной заболоченный	Лесной заболоченный	III. Лесная заболоченная ЭГС массивов лёссовых грунтов	
Лёссовидный грунт	Дерново-подзолистая почва				Луговой	Луговой
	Дерново-подзолистая почва	Лесной	Лесной	Лесной		
	Дерново-подзолистая заболоченная почва				Лесной	Лесной заболоченный

литотопов, которые подразделяются на лёссовые и лёссовидные грунты. Далее, учитывая два типа почв, развитых на анализируемых массивах, выделяются два соответствующих эдафотопа. Затем подразделение ведется с учетом особенностей биотических компонентов: микро-, фито- и зооценоза, в которых выделяются два основных типа – луговые и лесные. Для последних также характерны лесные заболоченные типы, связанные с наличием дерново-подзолистых заболоченных почв.

С учетом изложенного для территории Белоруссии можно выделить всего шесть типов эколого-геологических систем, формирующихся на массивах лёссовых и лёссовидных грунтов.

### Выводы ►

1. ЭГС, развитые на массивах лёссовых грунтов Белоруссии, представляют собой весьма сложные и специфические образования, сформировавшиеся в плейстоцене и голоцене в результате действия различных геологических процессов и физико-географических факторов.

2. Они обладают особой структурой, все составляющие их компоненты характеризуются только им присущими особенностями.

3. Важнейшие особенности ЭГС массивов лёссовых грунтов Белоруссии в основном обусловлены их литогенной основой – лёссами и лёссовидными образованиями, обладающими специфическими свойствами и влияющими на все прочие компоненты ЭГС.

4. Среди ЭГС массивов лёссовых грунтов Белоруссии выделяется два основных подтипа, связанных с разнотравно-луговыми и лесными (широколиственно-ельниковыми) биотопами.

5. На основе выявленных особенностей компонентов ЭГС разработана классификация ЭГС массивов лёссовых грунтов Белоруссии, в которой выделяется шесть типов эколого-геологических систем.

6. Отмеченные обстоятельства необходимо учитывать при анализе экосистем и ЭГС, формирующихся на массивах лёссовых грунтов, при их систематизации, а также при инженерно-экологических изысканиях и исследованиях. **и**

### Список литературы ►

1. Заказник «Мозырские овраги». Информация о заказнике // Веб-сайт iTourist.by. Дата последнего обращения: 22.01.2024. URL: <https://www.itourist.by/reserve/mozyr?ysclid=lr0uyxlc5k799852903>.
2. Трофимов В.Т. Эколого-геологическая система, ее типы и положение в структуре экосистемы // Вестник Московского университета. Серия 4. Геология. 2009. № 2. С. 48–52.
3. Галкин А.Н., Королев В.А. Классификация эколого-геологических систем Беларуси на основе учета особенностей литотопов и инженерно-хозяйственных объектов // Литасфера. 2023. Т. 1. № 58. С. 98–109.
4. Лукашоу К.И., Стэчко У.У. Геаграфічныя асаблівасці распаўсюджання лёсавых парод на тэрыторыі Беларусі // Весці АН БССР. Серыя фіз.-тэхн. навук 1958. № 4. С. 94–105.
5. Нечипоренко Л.А. Условия залегания и тектоническая предопределенность антропогенного покрова Белоруссии. Минск: Наука и техника, 1989.

6. Королев В.А. Особенности компонентов эколого-геологических систем массивов лёссовых грунтов Таджикистана // Вестник Филиала Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова в г. Душанбе. Серия естественных наук. 2023. Т. 1. № 4. С. 84–96.
7. Галкин А.Н. Инженерная геология Беларуси. Часть 1. Грунты Беларуси / под ред. В.А. Королева. Витебск: Изд-во ВГУ имени П.М. Машерова, 2016.
8. Галкин А.Н., Матвеев А.В., Жогло В.Г. Инженерная геология Беларуси. Основные особенности пространственной изменчивости инженерно-геологических условий и история их формирования. Витебск: Изд-во ВГУ имени П.М. Машерова, 2006.
9. Мотуз В.М. Условия образования лёссовых пород перигляциальной зоны плейстоцена (в пределах Белоруссии) // Инженерная геология. 1980. № 2. С. 14–25.
10. Красовская И.А., Галкин А.Н., Павловский А.И., Андрушко С.В. Роль суффозии в формировании инженерно-геологических условий территории Белоруссии // Геоэкология. Инженерная геология. Гидрогеология. Геокриология. 2023. № 5. С. 17–27. DOI:10.31857/S0869780923050053. EDN: AHVTQM.
11. Физическая география Витебской области / под ред. А.Н. Галкина. Витебск: Изд-во ВГУ имени П.М. Машерова, 2021.
12. Галкин А.Н., Матвеев А.В., Павловский А.И., Санько А.Ф. Инженерная геология Беларуси. Часть 2. Инженерная геодинамика Беларуси / под ред. В.А. Королева. Витебск: Изд-во ВГУ имени П.М. Машерова, 2017.
13. Мешечко Е.Н. Зонально-топологические особенности фауны Беларуси // Зоологические чтения: материалы межд. науч.-практ. конференции, посвященной памяти профессора И.К. Лопатина. Гродно, 2013. С. 205–208.
14. Королев В.А., Григорьева И.Ю. Эколого-геологические системы массивов лёссовых грунтов // Инженерная геология. 2022. Т. XVII. № 2. С. 42–64. URL: <https://doi.org/10.25296/1993-5056-2022-17-2-42-64>.
15. Фядотау У.Л., Цытленак А.М. Минералы, горные породы и глебы роднага краю. Мінск: Народная асвета, 1987.
16. Почвы Беларуси / под ред. А.И. Горбылевой. Минск: ИВЦ Минфина, 2007.
17. Клебанович Н.В., Аношко В.С., Чертко Н.К., Ковальчик Н.В., Черныш А.Ф. География почв Беларуси [Geography of soils in Belarus]. Минск: Изд-во Белорусского гос. университета, 2011.
18. Лукашев К.И., Лукашев В.К., Мазо Е.И. Микробиологическая характеристика лёссовых пород Оршано-Могилевского плато // Доклады АН БССР. 1978. Т. 22. № 7. С. 655–657.
19. Новикова Н.В., Тихончук Г.Н., Ефремов А.Л. Биота пригородных зон города Могилева. Могилев: Изд-во МГУ им. А.А. Кулешова, 2007.
20. Табагари М. В Горецком районе студенты-археологи обнаружили погребения древнерусской эпохи. Фото. Видео // Веб-сайт MOGILEVNEWS.by. 23.07.2021. URL: <https://mogilevnews.by/news/23-07-2021-09-12/73777>.
21. 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. Редкие биотопы Беларуси. Минск: Альтиора – живые краски, 2013.
22. География Могилевской области / под ред. И.Н. Шарухо. Могилев: Изд-во МГУ им. А.А. Кулешова, 2007.
23. Юркевич И.Д., Голод Д.С., Адериho В.С. Растительность Белоруссии, ее картографирование, охрана и использование. Наука и техника, Минск.
24. Максимова С.Л., Мухин Ю.Ф., 2016. Видовой состав дождевых червей и их биотопическое распределение на территории Беларуси // Известия НАН Беларуси. Серия биологических наук. 1979. № 1. С. 56–60.
25. Бородин О.И. Насекомые Беларуси: современное состояние изученности // Зоологические чтения: материалы межд. науч.-практ. конференции, посвященной памяти профессора И.К. Лопатина. Гродно, 2013. С. 38–41.
26. Лундышев Д.С. Эколого-фаунистическая характеристика жесткокрылых семейства Histeridae (Coleoptera) Беларуси // Зоологические чтения: материалы межд. науч.-практ. конференции, посвященной памяти профессора И.К. Лопатина. Гродно, 2013. С. 186–189.
27. Фауна Беларуси. Позвоночные: иллюстрированный справочник позвоночных Беларуси // Веб-сайт gurkov2n. Дата последнего обращения: 26.01.2024. URL: <https://gurkov2n.jimdofree.com/>.
28. Гурина Н.В. Структура сообществ почвенной мезофауны в еловых лесах центральной части Беларуси // Труды БГУ. 2015. Т. 10, Ч. 1. Экология. С. 320–326.
29. Энциклопедия насекомых. Указатели и классификация // Персональный сайт Ильи Забалуева. Дата последнего обращения: 23.01.2024. URL: <https://coleop123.narod.ru/alfa.html>.
30. Мержеевская О.И., Литвинова А.Н., Молчанова Р.В. Чешуекрылые (Lepidoptera) Белоруссии / под ред. О.И. Мержеевской. Минск: Наука и техника, 1976.
31. Гричик В.В., Бурко Л.Д. Животный мир Беларуси. Позвоночные. Минск: Изд. центр БГУ, 2013.

## References ▶

1. Zakaznik «Mozyrskie ovragi». Informatsiya o zakaznike [Nature reserve “Mozyr ravines”. Information about the reserve] // Veb-sait iTourist.by. Data poslednego obrashcheniya: 22.01.2024yu URL: <https://www.itourist.by/reserve/mozyr?ysclid=lrouyxlc5k799852903> (in Rus.).

2. Trofimov V.T. Ehkologo-geologicheskaya sistema, ee tipy i polozhenie v strukture ehkosistemy [Ecological-geological system, its types and position in the structure of an ecosystem] // Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 4. Geologiya. 2009. № 2. S. 48–52 (in Rus.).
3. Galkin A.N., Korolev V.A. Klassifikatsiya ehkologo-geologicheskikh sistem Belarusi na osnove ucheta osobennosti litotopov i inzhenerno-khozyaistvennykh ob"ektov [Classification of ecological-geological systems of Belarus based on taking into account the characteristics of lithotopes and engineering-economic objects] // Litasfera. 2023. T. 1. № 58. S. 98–109 (in Rus.).
4. Lukashou K.I., Stehtsko U.U. Geografichnyya asablivastsy raspasyudzhannya lessavykh porod na tehrytoryi Belarusi [Geographical features of the distribution of loess rocks in the territory of Belarus] // Vestsi AN BSSR. Seryya fiz.-tekhkn. navukyu 1958. № 4. S. 94–105 (in Bel.).
5. Nechiporenko L.A. Usloviya zaleganiya i tektonicheskaya predopredelenost' antropogenovogo pokrova Belorussii [Conditions of occurrence and tectonic predetermination of the anthropogenic cover of Belarus]. Minsk: Nauka i tekhnika, 1989 (in Rus.).
6. Korolev V.A. Osobennosti komponentov ehkologo-geologicheskikh sistem massivov lessovykh gruntov Tadzhikestana [Features of the components of ecological-geological systems of loess ground masses in Tajikistan] // Vestnik Filiala Moskovskogo gosudarstvennogo universiteta imeni M.V. Lomonosova v g. Dushanbe. Seriya estestvennykh nauk. 2023. T. 1. № 4. S. 84–96 (in Rus.).
7. Galkin A.N. Inzhenernaya geologiya Belarusi. Chast' 1. Grunty Belarusi [Engineering geology of Belarus. Part 1. Soils and rocks of Belarus] / pod red. V.A. Koroleva. Vitebsk: Izd-vo VGU imeni P.M. Masherova, 2016 (in Rus.).
8. Galkin A.N., Matveev A.V., Zhoglo V.G. Inzhenernaya geologiya Belarusi. Osnovnye osobennosti prostranstvennoi izmenchivosti inzhenerno-geologicheskikh uslovii i istoriya ikh formirovaniya [Engineering geology of Belarus. The main features of spatial variability of engineering-geological conditions and the history of their formation]. Vitebsk: Izd-vo VGU imeni P.M. Masherova, 2006 (in Rus.).
9. Motuz V.M. Usloviya obrazovaniya lessovykh porod periglyatsial'noi zony pleistotsena (v predelakh Belorussii) [Conditions for the formation of loess soils in the periglacial zone of the Pleistocene (within Belarus)] // Inzhenernaya geologiya. 1980. № 2. S. 14–25 (in Rus.).
10. Krasovskaya I.A., Galkin A.N., Pavlovskii A.I., Andrushko S.V. Rol' suffozii v formirovanii inzhenerno-geologicheskikh uslovii territorii Belorussii [The role of suffusion in the formation of engineering-geological conditions of the territory of Belarus] // Geoehkologiya. Inzhenernaya geologiya. Gidrogeologiya. Geokriologiya. 2023. № 5. S. 17–27. DOI:10.31857/S0869780923050053. EDN: AHVTQM (in Rus.).
11. Fizicheskaya geografiya Vitebskoi oblasti [Physical geography of the Vitebsk region] / pod red. A.N. Galkina. Vitebsk: Izd-vo VGU imeni P.M. Masherova, 2021 (in Rus.).
12. Galkin A.N., Matveev A.V., Pavlovskii A.I., San'ko A.F. Inzhenernaya geologiya Belarusi. Chast' 2. Inzhenernaya geodinamika Belarusi [Engineering geology of Belarus. Part 2. Engineering geodynamics of Belarus] / pod red. V.A. Koroleva. Vitebsk: Izd-vo VGU imeni P.M. Masherova, 2017 (in Rus.).
13. Meshechko E.N. Zonal'no-topologicheskije osobennosti fauny Belarusi [Zonal-topological features of the fauna of Belarus] // Zoologicheskije chteniya: materialy mezhd. nauch.-prakt. konferentsii, posvyashchennoi pamyati professora I.K. Lopatina. Grodno, 2013. S. 205–208 (in Rus.).
14. Korolev V.A., Grigor'eva I.YU. Ehkologo-geologicheskije sistemy massivov lessovykh gruntov [Ecological-geological systems of loess ground masses] // Inzhenernaya geologiya. 2022. T. KHVII. № 2. S. 42–64. URL: <https://doi.org/10.25296/1993-5056-2022-17-2-42-64> (in Rus.).
15. Fyadotau U.L., Tsytenak A.M. Mineraly, gornyya parody i gleby rodnaga krayu [Minerals, rocks and soils of the native land]. Minsk: Narodnaya asveta, 1987 (in Bel.).
16. Pochvy Belarusi [Fertile soils of Belarus] / pod red. A.I. Gorbylevoi. Minsk: IVTS Minfina, 2007 (in Rus.).
17. Klebanovich N.V., Anoshko V.S., Chertko N.K., Koval'chik N.V., Chernysh A.F. Geografiya pochv Belarusi. Minsk: Izd-vo Belorusskogo gos. universiteta, 2011 (in Rus.).
18. Lukashev K.I., Lukashev V.K., Mazo E.I. Mikrobiologicheskaya kharakteristika lessovykh porod Orshano-Mogilevskogo plato [Microbiological characteristics of loess soils of the Orsha-Mogilev plateau] // Doklady AN BSSR. 1978. T. 22. № 7. S. 655–657 (in Rus.).
19. Novikova N.V., Tikhonchuk G.N., Efremov A.L. Biota prigorodnykh zon goroda Mogileva [Biota of suburban areas of the city of Mogilev]. Mogilev: Izd-vo MGU im. A.A. Kuleshova, 2007 (in Rus.).
20. Tabagari M. V Goretskom raione studenty-arkheologi obnaruzhili pogre-beniya drevnerusskoi ehpokhi. Foto. Video [In the Goretzky region, archaeological students have discovered burials of the Old Russian era. Photo. Video] // Veb-sait MOGILEVNEWS.by. 23.07.2021. URL: <https://mogilevnews.by/news/23-07-2021-09-12/73777> (in Rus.).
21. Pugachevskii A.V., Vershitskaya I.N., Ermokhin M.V., Stepanovich I.M., Sozinov O.V., Sakovich A.A., Rudakovskii I.A., Kulak A.V., Zhuravlev D.V. Redkie biotopy Belarusi [Rare biotopes of Belarus]. Minsk: Al'tiora – zhivye kraski, 2013 (in Rus.).
22. Geografiya Mogilevskoi oblasti [Geography of the Mogilev region] / pod red. I.N. Sharukho. Mogilev: Izd-vo MGU im. A.A. Kuleshova, 2007 (in Rus.).
23. Yurkevich I.D., Golod D.S., Aderikho V.S. Rastitel'nost' Belorussii, ee kartografirovaniye, okhrana i ispol'zovaniye [Vegetation of Belarus, its mapping, protection and use]. Nauka i tekhnika, Minsk (in Rus.).

24. Maksimova S.L., Mukhin Yu.F., 2016. Vidovoi sostav dozhdevykh chervei i ikh biotopicheskoe raspredelenie na territorii Belarusi [Species composition of earthworms and their biotopic distribution in the territory of Belarus] // Izvestiya NAN Belarusi. Seriya biologicheskikh nauk. 1979. № 1. S. 56–60 (in Rus.).
25. Borodin O.I. Nasekomye Belarusi: sovremennoe sostoyanie izuchennosti [Insects of Belarus: current state of the knowledge] // Zoologicheskie chteniya: materialy mezhd. nauch.-prakt. konferentsii, posvyashchennoi pamyati professora I.K. Lopatina. Grodno, 2013. S. 38–41 (in Rus.).
26. Lundyshev D.S. Ekhologo-faunisticheskaya kharakteristika zhestkokrylykh semeistva Histeridae (Coleoptera) Belarusi [Ecological-faunal characteristics of beetles of the family Histeridae (Coleoptera) of Belarus] // Zoologicheskie chteniya: materialy mezhd. nauch.-prakt. konferentsii, posvyashchennoi pamyati professora I.K. Lopatina. Grodno, 2013. S. 186–189 (in Rus.).
27. Fauna Belarusi. Pozvonochnye: illyustrirovannyi spravochnik pozvonochnykh Belarusi [Fauna of Belarus. Vertebrates: an illustrated directory of vertebrates of Belarus] // Veb-sait gurkov2n. Data poslednego obrashcheniya: 26.01.2024. URL: <https://gurkov2n.jimdofree.com/> (in Rus.).
28. Gurina N.V. Struktura soobshchestv pochvennoi mezofauny v elovykh lesakh tsentral'noi chasti Belarusi [Structure of soil mesofauna communities in spruce forests of the central part of Belarus] // Trudy BGU. 2015. T. 10, Ch. 1. Ekhologiya. S. 320–326 (in Rus.).
29. Ehntsiklopediya nasekomykh. Ukazateli i klassifikatsiya [Encyclopedia of insects. Indexes and classification] // Personal'nyi sait II'i Zabalueva. Data poslednego obrashcheniya: 23.01.2024. URL: <https://coleop123.narod.ru/alfa.html> (in Rus.).
30. Merzheevskaya O.I., Litvinova A.N., Molchanova R.V. Cheshuekrylye (Lepidoptera) Belorussii [Lepidoptera (Lepidoptera) of Belarus] / pod red. O.I. Merzheevskoi. Minsk: Nauka i tekhnika, 1976 (in Rus.).
31. Grichik V.V., Burko L.D. Zhitovnyi mir Belarusi. Pozvonochnye [Fauna of Belarus. Vertebrates]. Minsk: Izd. tsentr BGU, 2013 (in Rus.).

# Независимый электронный журнал ГеоИнфо

С 2022 года журнал «ГеоИнфо»  
выходит в формате \*PDF.  
10 выпусков в год.



WWW.GEOINFO.RU