

ЭКАЛАГІЧНАЯ ГЕАЛОГІЯ • ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ГЕОЛОГИЯ • ECOLOGICAL GEOLOGY

УДК 502/504:624.131 (476)
<https://doi.org/10.65207/1680-2373-2026-1-67-87>

Поступила в редакцию: 31.10.2025
 Принята к печати: 21.11.2025

ОСОБЕННОСТИ ЭКОЛОГО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ РЕКРЕАЦИОННЫХ КОМПЛЕКСОВ БЕЛАРУСИ

А. Н. Галкин¹, В. А. Королёв²

¹Витебский государственный университет имени П. М. Машерова
 Московский проспект, 33, 210038, Витебск, Беларусь
 E-mail: galkin-alexandr@yandex.ru

²Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова
 енинские горы, 1, 119991, Москва, Россия
 E-mail: va-korolev@bk.ru

В статье рассмотрены особенности природно-технических эколого-геологических систем рекреационных комплексов, получивших широкое распространение в Беларуси. Несмотря на то, что эти системы занимают значительные площади на территории страны, они остаются практически не изученными, об их абиотических и биотических компонентах имеются лишь отрывочные разрозненные сведения. Основываясь на ранее разработанной авторами систематике эколого-геологических систем территории Беларуси, в настоящей статье предпринята попытка составить их общую характеристику, а также выявить и охарактеризовать особенности их абиотических (литотопа, гидротоп, эдафотоп) и биотических (микробоценоза, фитоценоза, зооценоза) компонентов. Выявленные закономерности и особенности ЭГС рекреационных комплексов Беларуси можно рассматривать как общие для аналогичных ЭГС в России, которые необходимо учитывать при инженерно-экологических изысканиях и исследованиях.

Ключевые слова: эколого-геологическая система (ЭГС); природно-техническая ЭГС рекреационных комплексов; литотоп; гидротоп; эдафотоп; микробоценоз; фитоценоз; зооценоз; Беларусь.

ВВЕДЕНИЕ

Основной объект исследований экологической геологии — эколого-геологические системы (ЭГС) — части экосистемы как совокупности абиотических и биотических компонентов [30]. К настоящему времени разработаны классификации природных и техногенных эколого-геологических систем Белоруссии [5; 13], охарактеризованы особенности природных ЭГС страны, формирующихся на массивах различных дисперсных и скальных грунтов [14–19]. В то же время характерные особенности техногенных ЭГС Беларуси остаются пока слабо изученными.

Согласно классификации техногенных ЭГС на территории страны [5; 13] выделяется два их класса: 1) биолитотехнические и 2) социолитотехнические, и четыре типа: 1) сельскохозяйственные; 2) лесохозяйственные; 3) сельско-лесохозяйственные и 4) рекреационные, сформированных на массивах грунтов различного состава и генезиса (литотопах). Особое место среди перечисленных эколого-геологических систем занимают ЭГС рекреационных комплексов, получившие довольно широкое распро-

странение во многих странах, в том числе и в Беларуси [20]. С функциональной точки зрения ЭГС **рекреационных комплексов** представляют собой системы, целенаправленно или непреднамеренно сформированные для сохранения природного биоразнообразия, организации деятельности человека (социума) с целью его отдыха, туризма, восстановления и укрепления физических и духовных сил, а также для всестороннего развития личности и познавательной деятельности, осуществляемых в основном с использованием природных факторов на специально предназначенных для этого территориях, находящихся вне места постоянного жительства¹. При этом функции, которые выполняют ЭГС рекреационных комплексов, разнообразны и подразделяются на медико-биологические (лечебно-оздоровительные, профилактические и восстановительные), социально-культурные (культурно-исторические, учебно-научные, просветительские, туристические, воспитательные, мемориальные) и экономические (восполнение и восстановление ресурсов) [20].

¹ Отметим, что к данным ЭГС не относятся спортивные и спортивно-оздоровительные, которые пространственно располагаются в ЭГС селитебных комплексов.

С учетом структуры компонентов рассматриваемой системы **эколого-геологической системой рекреационных комплексов** называется *социолитотехническая ЭГС, состоящая из социума и технобиоценоза, представленного относительно измененными человеком микро-, фито- и зооценозами, и технобиотопа, представленного в разной степени измененными человеком литотопом, гидротопом и эдафотопом, а также техническими сооружениями различного назначения, функционирующими как единое целое.*

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 недостаточно изученными. Поэтому, основываясь на ранее разработанной систематике эколого-геологических систем территории Беларуси [5; 13], в настоящей статье нами предпринята попытка составить их общую характеристику, а также выявить и охарактеризовать наиболее важные особенности их абиотических (литотопа, гидротоп, эдафотоп) и биотических (микробиоценоза, фитоценоза, зооценоза) компонентов, что составляло **цель и задачи** настоящей работы.

ОСОБЕННОСТИ СИСТЕМАТИКИ И СТРУКТУРЫ ЭГС РЕКРЕАЦИОННЫХ КОМПЛЕКСОВ

В отличие от природных ЭГС, структура ЭГС рекреационных комплексов имеет свои специфические особенности, придающие им особые черты, которые обусловлены тем, что практически все компоненты данных ЭГС являются в той или иной степени техногенно-преобразованными. Поэтому для таких ЭГС почти все их компоненты имеют приставку «техно-», отражающую их техногенную трансформацию. В то же время следует отметить, что степень техногенной трансформации в таких ЭГС не столь высока по сравнению с другими техногенными ЭГС и обычно не превышает 50 %. Это позволяет рассматривать подобные ЭГС рекреационных комплексов как техно-природные. Исключение составляют участки мемориальных комплексов и других людских захоронений, где техногенная трансформация часто больше 50 % и такие ЭГС рассматриваются как природно-техногенные.

ЭГС рекреационных комплексов довольно распространенный тип техно-природных и природно-технических эколого-геологических систем на территории Беларуси, он отличается широким многообразием, обусловленным в первую очередь неоднородностью состава техногенной составляю-

щей [6], в которой по признаку прямого или опосредованного воздействия на природную подсистему ЭГС можно выделить *квазитехнические* (или природно-техногенные: заповедники, лесопарки, заказники и др.)² и *собственно технические* (природно-техногенные: туристические базы, дома отдыха, санатории с присущей им инфраструктурой, археологические и другие памятники, мемориальные комплексы, братские могилы, кладбища и другие культурно-мемориальные объекты) (рис. 1). Это позволяет выделить рекреационные ЭГС четырех типов: 1) *заповедно-лесопарковые*, 2) *оздоровительные*, 3) *культурно-заповедные*, и 4) *культурно-мемориальные* [5; 13] (см. рис.1).

Всего, таким образом, на территории страны выделяется 10 видов рассматриваемых ЭГС. Следует подчеркнуть, что среди них в Беларуси, которая понесла колоссальные потери и разрушения во время Великой Отечественной войны 1941–1945 гг., наиболее заметно представлены мемориальные комплексы, связанные именно с этой войной. К крупнейшим из них относятся мемориалы Брестской крепости, в Бакунах, Здитово («Здитовская оборона»), Корочине, Старом Селе, Пинске, Барановичах, Степанках, Витебске, Верхнедвинске, Орше, Полоцке, Рыленках, Шуневке, Россонах, Гомеле, Озаричах, Новоселках, Рогачеве, Слободке, Загалье, Гродно, Кареличах, Шимках, Могилеве, Брицаловичах, Буйничах, Глуске, Кричеве, Ленино, Сычково, Минске («Линия Сталина» и другие), Борисове, Большом Тростинце, Дальве, Клецке, Любани, Молодечно, Рованичской Слободе, Слободе, Старобине, Хатыни и др.

Структура каждой из этих десяти выделенных ЭГС имеет схожие черты, которые отражены в схеме на рис. 2.

Из этой схемы следует, что каждая ЭГС состоит из технобиоценоза и технобиотопа. Технобиоценоз рекреационный представляет собой биотический компонент ЭГС и включает в себя техномикроценоз, технофитоценоз, технозооценоз и социум, взаимодействующие и взаимосвязанные между собой. Технобиотоп рекреационный представляет собой абиотическую и биокосную составляющие ЭГС. Он в свою очередь представлен технолитотопом, выполняющим роль литогенной основы данной ЭГС, а также биокосным компонентом — эдафотопом (почвой), гидротопом и техногенными рекреационными и иными инженерными объектами и сооружениями.

² По состоянию на 2025 год на территории Беларуси существуют два заповедника (один из них – Полесский государственный радиационно-экологический заповедник, имеет особый статус и к ООПТ не относится), четыре национальных парка, 99 заказников республиканского значения, 275 заказников местного значения.



Рисунок 1 — Систематика эколого-геологических систем рекреационных комплексов Беларуси

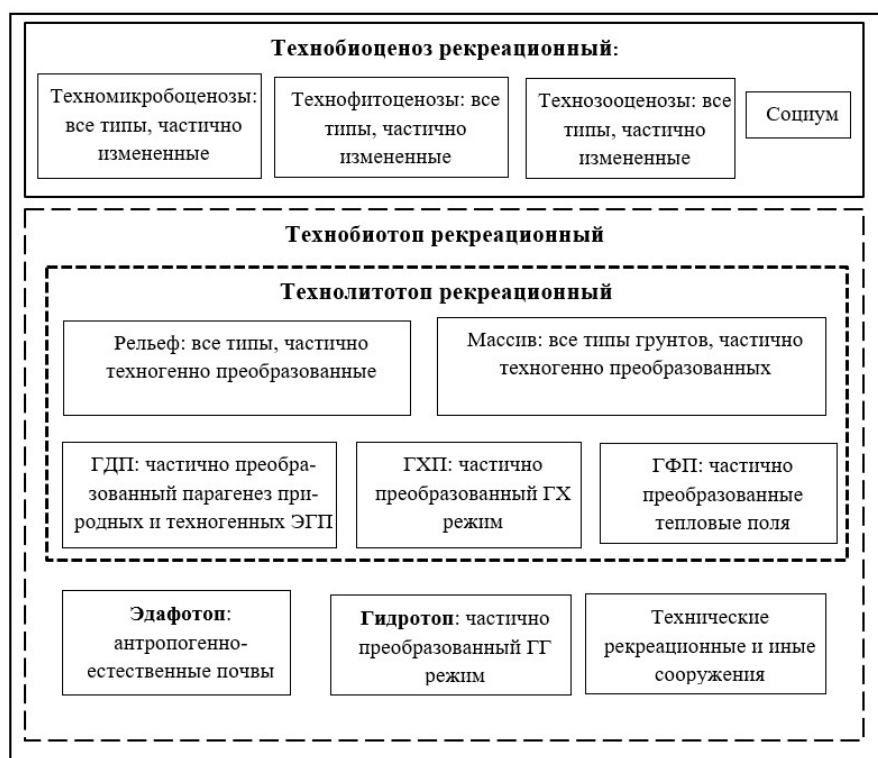


Рисунок 2 — Структура эколого-геологической системы рекреационных комплексов: ГДП — геодинамические поля; ГХП — геохимические поля; ГФП — геофизические поля; ГХ — геохимический, ГГ — гидрогеологический; ЭГП — экзогенные геологические процессы

Таким образом, в отличие от близких к ним природным ЭГС, в структуре ЭГС рекреационных комплексов появляются такие важные отличительные компоненты как человеческий социум (люди,

работающие, посещающие или живущие в пределах данных ЭГС), а также различные технические рекреационные сооружения, созданные человеком (дороги, жилые здания, музейные, архитектурные

и археологические комплексы, здания домов отдыха, санаториев, курортов, лечебниц, туристских комплексов и их инфраструктуры, дороги и т. п.). Именно эти сооружения, наряду с людьми, рассматриваются как основные источники частичной техногенной трансформации всех компонентов рассматриваемых ЭГС. Как видно, ЭГС рекреационных комплексов весьма сходны по своей структуре с такими близкими к ним эколого-геологическими системами как ЭГС лесотехнических и отчасти сельскохозяйственных комплексов, однако их компоненты отличаются видом, характером и интенсивностью техногенного воздействия, а значит и особенностями их частичного техногенного преобразования, о чем подробнее сказано ниже.

ОСОБЕННОСТИ АБИОТИЧЕСКИХ И БИОКОСНЫХ КОМПОНЕНТОВ ЭГС РЕКРЕАЦИОННЫХ КОМПЛЕКСОВ

Особенности литотопа. Литотоп эколого-геологических систем рекреационных комплексов (см. рис. 2), как и других техногенных ЭГС, представлен массивами грунтов различного состава (песчаных, глинистых, песчано-глинистых, тор-

фяных и др.) и генезиса, служащих основанием сооружений или субстратом квазитехнических систем и литогенной основой рассматриваемых ЭГС (рис. 3). По составу и свойствам он несколько отличается от литотопа природных и других близких техногенных ЭГС. Это связано, главным образом, с особенностями влияния рекреационных инженерных сооружений на компоненты данных ЭГС и с особенностями состояния гидротопов и эдафотопов, их воздействием на литотоп под влиянием социальной и духовной сфер жизнедеятельности общества (рис. 4). Особенно ярко, как отмечено выше, это проявляется при создании и эксплуатации культурно-мемориальных ЭГС.

С функционированием этих систем связаны весьма заметные изменения в слагающем их грунтовом массиве. Прежде всего, нарушаются естественный рельеф, гидродинамические условия, формируются значительные объемы техногенных грунтов, но, главное, людские захоронения являются опасным источником химического и биологического загрязнения грунтов и подземных вод, что, в сущности, обуславливает *экологическую геохимическую функцию* рассматриваемых ЭГС. Основными загрязняющими компонентами здесь выступают органические вещества (белки), соединения



Рисунок 3 — Геологическая схема национального парка «Беловежская пушча» [20]

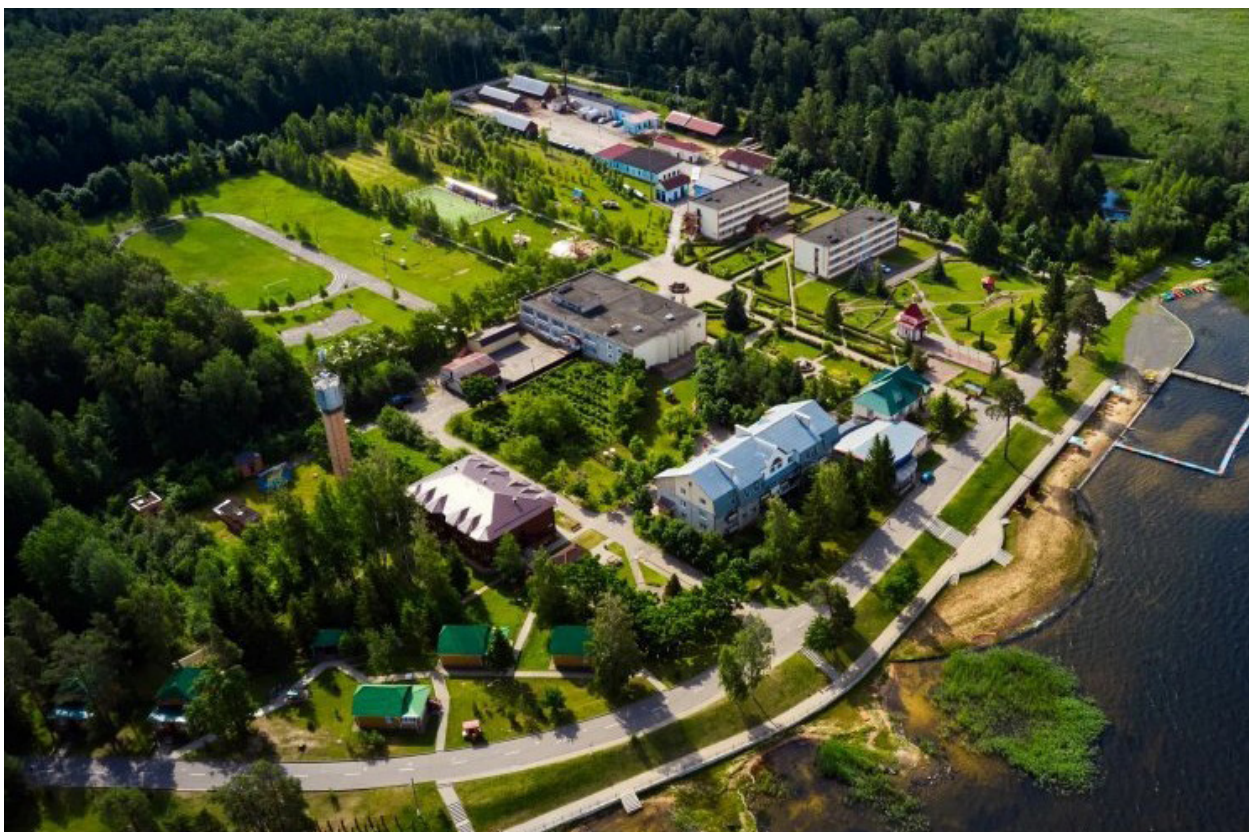


Рисунок 4 — Санаторий «Росинка» в Витебской области [28]

азота, фосфаты, сероводород, микроорганизмы, среди которых преобладают сапрофиты. Глубина распространения загрязняющих веществ, в том числе микроорганизмов может составлять 50–70 м и более, в зависимости от периода функционирования ЭГС. Это создает не только экологические, но и инженерно-геологические проблемы, так как загрязнение грунтовых массивов органическими соединениями и микроорганизмами существенно снижает их деформационно-прочностные и фильтрационные свойства и резко повышает коррозионную активность грунтов [6].

Отмеченные особенности литотопа и гидротопы культурно-мемориальных ЭГС также порождают в их пределах развитие различных экзогенных геологических и инженерно-геологических процессов и явлений, влияющих на экологическую геодинамическую функцию этих ЭГС. Среди таких процессов следует отметить суффозию, пльвуны, поверхностную и линейную эрозии, подтопление, заболачивание и др.

В то же время следует отметить, что для культурно-заповедных и заповедно-лесопарковых ЭГС состав и состояние литотопа и гидротопы приближены к таковым природных эколого-геологических систем массивов грунтов различного состава, за исключением, связанным с влиянием на них полифункциональной структуры, созданной для

природоохранной, рекреационной, просветительно-познавательной деятельности, а в освоенных районах — для охраны культурных ценностей и традиционных видов хозяйственной деятельности (например, Национальные парки «Беловежская пуща», «Браславские озера» и др.).

Особенности эдафотона. В зависимости от сочетания факторов почвообразования почвы ЭГС рекреационных комплексов характеризуются значительной пестротой. Среди них можно выделить естественные ненарушенные почвы (распространены, как правило, в заповедных лесах и на лесопарковых территориях), антропогенно-естественные и антропогенно-преобразованные почвы.

Среди естественных ненарушенных почв рассматриваемых ЭГС получили распространение бурные лесные, подзолистые, дерновые, дерново-подзолистые, дерново-глеявые, торфяно-болотные почвы и др. Развиваются они на грунтах различного генезиса и сложения в условиях разнообразных ландшафтных обстановок, что приводит к значительным вариациям их морфологии и свойств. Так, например на территории Березинского биосферного заповедника, расположенного на севере Белоруссии, р. Березина и ее притоки Великая, Липа, Мрай, Сергуч, а также более 70 мелких водотоков, обусловили формирование пойменных почв (рис. 5).

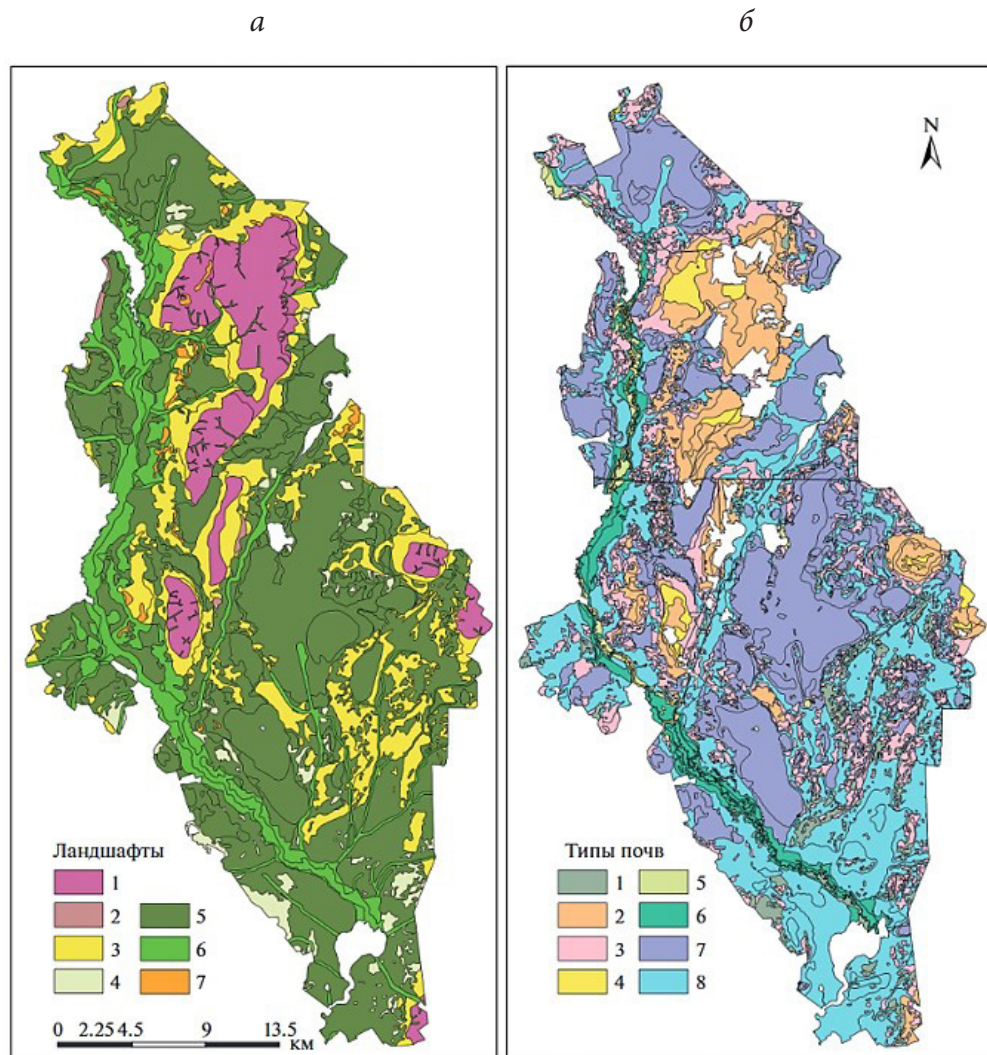


Рисунок 5 — Ландшафтная (а) и почвенная (б) карты Березинского биосферного заповедника [36]. Ландшафты: 1 — камово-моренные; 2 — моренно-озерные; 3 — водно-ледниковые; 4 — озерно-аллювиальные; 5 — озерно-болотные; 6 — речных долин; 7 — эоловые гряды. Типы почв: 1 — дерновые заболоченные; 2 — дерново-подзолистые; 3 — дерново-подзолистые заболоченные; 4 — подзолистые; 5 — аллювиальные (пойменные) дерновые; 6 — аллювиальные болотные; 7 — торфяно-болотные верховые; 8 — торфяно-болотные низинные

Автоморфные дерново-подзолистые почвы легкого гранулометрического состава возвышенных участков конечно-моренных гряд сменяются ниже по гипсометрическому уровню на дерново-подзолистые заболоченные почвы. Минеральные почвы сложены преимущественно водно-ледниковыми песками и супесями с отсутствием водоупорного горизонта при двухчленном строении профиля. Торфяно-болотные и торфяно-глеевые почвы, образованные в котловинах гравитационного стока влаги разной глубины, формируют наибольшие массивы низинных болот. При этом доминирующими ландшафтами здесь являются озерно-болотные, занимающие 54,1 % территории. Значительно меньшую долю составляют водно-ледниковые (17,7 %), ландшафты речных долин (14,3 %) и камово-моренные (9,8 %) [36].

Почвенный покров *Национального парка «Беловежская пуща»*, расположенного на юго-западе страны на границе с Республикой Польша, представлен около 170 почвенными разновидностями, отнесенными к 7 типам почв (по номенклатурному списку почв 2003 г.) [35]. Лидирующую позицию по площади среди них занимают дерново-подзолистые заболоченные почвы — 42,3 тыс. га (49,7 % территории парка), сформировавшиеся на супесях и песках водно-ледникового и древнеаллювиального происхождения. На втором месте по распространенности находятся торфяно-болотные низинные почвы (17,9 тыс. га, или 21,1 %). Наименьшие площади заняты аллювиальными болотными (1,7 %) и бурыми лесными почвами (0,3 %) (рис. 6).

Несколько меньшим разнообразием пользуются антропогенно-естественные почвы, которые сформированы

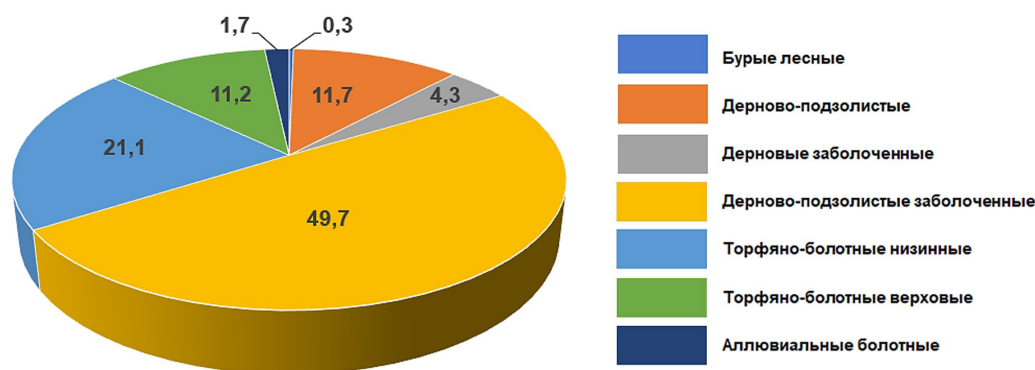


Рисунок 6 — Распределение почв Национального парка «Беловежская пушча» по типовой принадлежности [35]

ровались под воздействием человеческой деятельности, но без прямого участия человека. Они образуются, например, в результате длительного использования земельного участка под вольеры с дикими животными, зоопарки и другие подобные цели (рис. 7). Человек меняет природную среду, но при этом не воздействует непосредственно на образование такой почвы. Особенностью антропогенно-естественного типа почвы является присутствие остатков человеческой деятельности, таких как остатки органических веществ от растений и животных, отходов производства. Эти элементы влияют на химический состав и структуру почвы, делая ее уникальной и позволяя распознать ее как антропогенно-естественный тип.

Весьма своеобразны антропогенно-преобразованные почвы, которые рассматриваются как определенный этап естественно-антропогенной эволюции почв, сопровождающийся генетически обусловленным изменением режимов, процессов, строения и свойств на всех стадиях преобразований (рис. 8). Степень антропогенных трансформаций в них довольно различна, затрагивает разные части профиля и зависит как от интенсивности и длительности воздействий, так и от свойств исходных почв [10].

Антропогенно-преобразованные почвы, профиль которых под влиянием целенаправленных антропогенных или антропогенно-спровоциро-

ЭКАЛАПЧНАЯ ГЕАЛОГІЯ • ЭКОЛОГІЧЕСКАЯ ГЕОЛОГІЯ • ЕСОЛОГІСАЛ ГЕОЛОГІ



Рисунок 7 — Вольер с благородными оленями и со следами деятельности человека в Беловежской пушче [20]

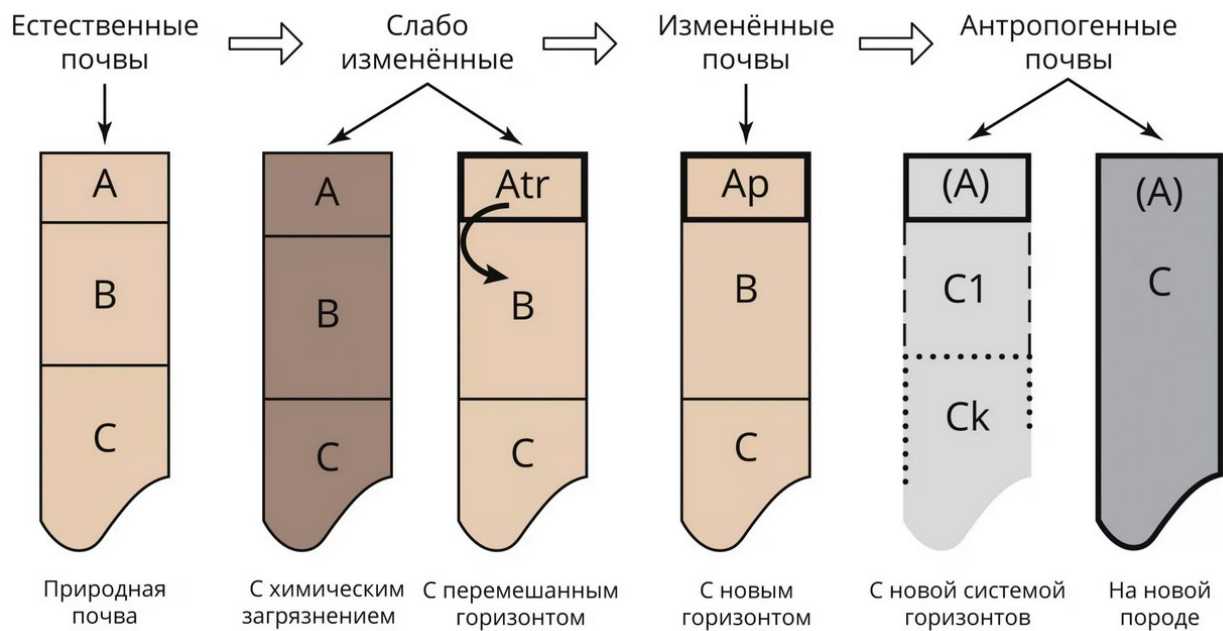


Рисунок 8 — Естественно-антропогенная эволюция почв [27]

ванных воздействий приобретает новую систему горизонтов, не имеющую аналогов среди естественных почв, группируются в особые «антропогенные» типы и разновидности с новыми номенклатурными названиями [26]: нарушенные со снятым верхом дерново-подзолистые и т. д.; среднедеформированные (антропогенно-перемешанные) дерново-подзолистые и т. д.; сильнодеформированные (антропогенно-перемешанные); нарушенные с насыпным верхом (антропогенно-аккумулятивные) дерново-подзолистые и т. д. различной мощности; рекультивированные минеральные и т. д., формируя по принадлежности к техногенным объектам экраноземы, интруземы, техноземы, некроземы и др.

ОСОБЕННОСТИ БИОТИЧЕСКИХ КОМПОНЕНТОВ РЕКРЕАЦИОННЫХ ЭГС

Особенности микробиоценоза. Микробиоценоз играет большую роль в функционировании ЭГС рекреационных комплексов, в особенности тех, которые состоят из технических подсистем (например, санатории с присущей им инфраструктурой, мемориальные комплексы, кладбища и другие сооружения) и его надо рассматривать как техномикробиоценоз. Видовой состав данного микробиоценоза представлен, как и у других техногенных ЭГС, простейшими, низшими водорослями, низшими грибами, актиномицетами

и бактериями, основная масса которых находится в почве. Однако из-за своей специфичности, эта микробиота практически не изучена на территории Беларуси. Тем не менее, исследования О.В. Ушаковой [34], проведенные на кладбищенских территориях Москвы, Московской области и Тулы, которые имеют весьма схожий характер погребения, геологическое строение и ландшафтные условия с Республикой Беларусь, позволяют получить представление об особенностях почвенной техномикробиоты рекреационных культурно-мемориальных ЭГС исследуемого нами региона.

Так, согласно полученным О. В. Ушаковой результатам [34], количество микроскопических грибов в почвах территорий захоронения было значительно увеличено по сравнению с обычной почвой. Причем стимуляция роста микромицетов отмечалась как на глубине 20 см, на которой количество колониеобразующих единиц (КОЕ) превышало контрольный уровень на 27–1410 %, так и на уровне захоронения — 1,5 м (количество КОЕ превышало контрольный уровень на 6–318 %). Численность грибов в образцах, отобранных на глубине 2 м, т. е. ниже уровня захоронения, также превышала контрольный уровень на 33–1128 %.

Количество КОЕ почвенных сапрофитных бактерий в образцах, отобранных на глубине 20 см, было несколько снижено (на 3–48 % от контрольного уровня), но стимуляция роста микроорганизмов на уровне 1,5–2 м свидетельствовала о том, что

в верхних слоях почвы уменьшение количества бактерий, скорее всего, связано не с наличием захоронений, а с другими, не исследованными факторами окружающей среды. Особенно было выражено увеличение численности бактерий на глубине 2 м (под захоронением). Количество КОЕ превышало контрольный уровень на 59–401 %. Такое увеличение численности почвенной микрофлоры автор исследований связывала с существенно большим содержанием в почве на территории захоронений органических веществ.

В наибольшей степени изучена микробиота эколого-геологических систем рекреационных комплексов, состоящих из квазитехнических подсистем — культурно-заповедных и заповедно-лесопарковых ЭГС. Так, исследования М. И. Антоник [1] особенностей почвенного покрова дубрав *Национального парка «Беловежская пуца»* (кисличных, орляковых, грабово-кисличных, снытевых, черничных, папоротниковых, крапивных), представленного бурой лесной и дерново-подзолистой в разной степени оглеенности почвами, развитыми как на однородных песчаных грунтах, так и на двух-трехслойных песчано-глинистых массивах ледникового и водно-ледникового генезиса, показали, что в лесных подстилках дубрав длина мицелия микроскопических грибов, количество бактерий и их биомасса не характеризуются высокими отклонениями, однако в них несколько выше процентное соотношение суммарной микробной биомассы в ферментационном (38–45 %) и гумифицированном (27–35 %) слоях, что указывает на высокую интенсивность процессов минерализации.

По мере дифференциации лесной подстилки была обнаружена высокая насыщенность мицелием грибов и бактериями в ферментационном слое, где соотношение микробной и грибной биомассы составило 34–41 %, в гумифицированном — 20–30 %, в поверхностном — 21–27 % от суммарной биомассы по генетическим слоям лесной подстилки.

Численность бактериальных клеток в лесных подстилках составила 6–7 млрд клеток на 1 г лесной подстилки, в гумусовых горизонтах количество бактерий колебалось в пределах 3–5 млрд кл/г почвы, а в иллювиально-оглеенных — уменьшилось от 500 млн кл до 1,5 млрд кл в 1 г почвы. По бактериальной массе это соответствовало: в подстилках 0,120–0,140 мг/г воздушно-сухой подстилки, в гумусовых горизонтах — 0,070–0,100 мг/г почвы. В нижних горизонтах генетического профиля биомасса бактерий уменьшилась до 0,010–0,030 мг/г сухой почвы.

Длина гиф мицелиальных грибов варьировала в лесных подстилках дубрав от 450 до 870 м/г, в гумусовых горизонтах длина мицелия достигала

408–680 м/г, в иллювиальных горизонтах изредка обнаруживались фрагменты мицелия и обрывки мицелиальных чехлов до 8–40 м/г почвы.

Биомасса микроорганизмов в дерново-подзолистых и бурых лесных почвах составила в лесных подстилках 1,75–3,40 мг/г, в гумусовых горизонтах — 1,60–2,65 мг/г почвы; в нижних горизонтах почвенного профиля этих почв она заметно уменьшилась до 0,017–0,080 мг/г почвы. Преимущественно были заселены микроскопическими грибами лесные подстилки и гумусовые горизонты бурых лесных почв черничных и кисличных типов леса. В дубравах, развитых на дерново-подзолистых слабоподзоленных, песчаных и супесчаных почвенных разновидностях, подстилаемых моренными легкими суглинками и водно-ледниковыми супесями, относительно уменьшалась насыщенность лесных подстилок и гумусовых горизонтов мицелиальными организмами, однако заметно возросла обогащенность бактериальной микрофлорой этих почв в орляковой, кисличной и снытевой дубравах [1].

Биомасса микроскопических грибов составила основную часть микробного комплекса почв дубовых насаждений пущи (92–98 %), бактериальная часть — всего лишь 2–8 %. В сравнении с биогенной структурой почвы суммарная микробная биомасса составила 0,6–0,8 % от содержания гумуса и 5–10 % от азотсодержащего органического вещества, а также 0,02–0,05 % от массы почвы. Максимальная микробная биомасса в лесных подстилках дубовых насаждений оказалась 3,04–3,51 мг/г сухой подстилки, в минеральных горизонтах — максимум 2,06–2,75 мг/г почвы и минимум в иллювиальных горизонтах и подстилающих породах от 0,03 до 0,25 мг/г почвы.

В иллювиальных супесчаных и песчаных горизонтах почв беловежских дубрав биомасса микроскопических грибов и бактерий была сравнительно низкая вследствие слабой биологической активности почвы и низкого содержания гумуса в ней, однако встречаемость бактерий достигала определенных пределов даже в оглеенных горизонтах и подстилающих грунтах [1].

В целом, следует отметить, что микробиота культурно-заповедных и заповедно-лесопарковых ЭГС мало отличается от таковой природных эколого-геологических систем, сформированных на массивах грунтов различного состава и генезиса. В то же время численность, качественный состав и активность микробных сообществ в них будут зависеть как от состава и свойств литотопа и эдафотопы, так и от масштаба и интенсивности техногенной нагрузки, создаваемой человеком в границах ЭГС.

Особенности фитоценоза. Фитоценоз ЭГС рекреационных комплексов чрезвычайно многообра-

зен, представлен различными растительными сообществами, в том числе редкими и исчезающими. Наибольшим многообразием он характеризуется в пределах культурно-заповедных и заповедно-лесопарковых ЭГС. Так, например, в упомянутом нами ранее Национальном парке «Беловежская пуща» — одном из крупнейших лесных массивов равнинной Европы, сохранившийся до наших дней в относительно ненарушенном состоянии произрастает более 1000 видов высших сосудистых споровых и семенных растений, что составляют около 70 % флоры Беларуси. Наиболее многочисленными являются: астровые (сложноцветные — 84 вида), мятликовые (злаковые — 48), бобовые (48), гвоздичные (41), розоцветные (38), лютиковые (35), капустные (крестоцветные — 35), яснотковые (губоцветные — 35) и норичниковые (28 видов). Самые представительные роды *Carex* (38), *Trifolium* (14), *Veronica* (14), *Salix* (13), *Ranunculus* (13) [24].

Около 10 % видов имеют одревесневающие побеги, из них 25 видов деревьев, 38 кустарников и полукустарников. Преобладающими хвойными породами являются сосна обыкновенная и ель европейская, имеется единственная в республике роща пихты белой. Из лиственных пород встречаются: дуб черешчатый (*Quercus robur*), березы повислая (*Betula pendula*) и пушистая (*Betula pubescens*), граб (*Carpinus* sp.), ольха черная (*Alnus glutinosa*), ясень обыкновенный (*Fraxinus excelsior*), осина (*Populus tremula*). Значительно реже распространен дуб скальный (*Quercus petraea*). Из кустарников наиболее обычны ивы (*Salix*), калина обыкновенная (*Viburnum opulus*), крушина ломкая (*Frangula alnus*), лещина обыкновенная (*Corylus avellana*), волчье лыко (*Daphne mezereum*), можжевельник обыкновенный (*Juniperus communis*) и др. Из кустарничков широкое распространение получили черника (*Vaccinium myrtillus*), брусника (*Vaccinium vitisidaea*), вереск (*Calluna vulgaris*), голубика (*Vaccinium uliginosum*), багульник болотный (*Ledum palustre*), клюква болотная (*Oxycoccus palustris*) [25]. В пуще встречаются примерно 270 видов мхов и мохообразных (более 60 % бриофлоры страны), известно более 290 видов лишайников. Флора грибов в настоящее время представлена около 600 видами [2].

В Беловежской пуще отмечены 61 редких и исчезающих видов высших растений, 5 видов мха, 17 — лишайников, 14 — грибов, занесенных в «Красную книгу» Республики Беларусь [11]. Среди них пихта белая (*Abies alba*), дуб скальный (*Quercus petraea*), лилия-саранка (*Lilium martagon*), астранция большая (*Astrantia major*), змееголовник Рюйша (*Dracoscephalum Ruyschiana*), купальница европейская (*Trollius europaeus*) и многие другие (рис. 9).

История и современное развитие флоры парка связано с проникновением на его территорию ев-

ропейских (неморальных) и евроазиатских (бореальных) видов. Преобладают виды, характерные для северной части умеренной зоны с евроазиатскими и европейскими типами ареалов, которые образуют основное ядро в флористическом составе важнейших лесных и луговых сообществ [24].

Растительность характеризуется по следующим крупным категориям: хвойные леса — 68,8 % (из них сосняки — 58 %, ельники — 11%), широколиственные леса — 5,8 % (из них дубравы — 4,6 %, ясенники — 1,2 %), производные широколиственные леса — 1,1 % (из них грабняки — 1,0%, кленовики и липняки — 0,1 %), мелколиственные производные леса — 5,6 % (из них бородавчато березовые леса — 4,9 %, осиновые леса — 0,7 %), лиственные коренные болотные леса — 18,7 % (из них черноольховые леса — 15,6 %, пушистоберезовые — 3,1 %), моховые и травяные болота, луга [11].

Беловежская пуща — исключительный природный объект, где представлено все многообразие лесов Беларуси, как по породному составу, возрастной структуре и продуктивности, так и по типам леса и условиям местопроизрастания. 78 % территории парка покрыто лесами, из которых лишь около 15 % составляют искусственные посадки. Средний возраст лесов — почти 90 лет, максимальный достигает 200–300 лет (в зависимости от древесной породы), а отдельные деревья-великаны доживают до 400–600 лет. Более 50 % лесных насаждений составляют спелые и перестойные древостои. Леса пущи уникальны. Они во многом обладают особыми чертами, характерными для естественных первобытных лесов: это особая возрастная и пространственная структура, богатый видовой состав, наличие большого количества высоковозрастных деревьев-великанов и ряд других признаков [7].

Довольно уникальна растительность Полесского государственного радиационно-экологического заповедника, находящегося на крайнем юго-востоке страны, на наиболее загрязненной радионуклидами территории зоны отчуждения Чернобыльской АЭС (ЧАЭС), и имеющего бинарный статус: загрязненной радионуклидами территории, опасной для проживания человека, и крупнейшей в Беларуси природоохранной территории. В до-чернобыльское время здесь в результате многовековой хозяйственной деятельности человека значительная часть естественных лесных, луговых и болотных экосистем была полностью уничтожена и трансформирована в антропогенизированные ландшафты. На плодородных почвах северо-восточной части заповедника леса были сведены полностью, а деревни стали «полевыми». В сохранившихся лесах велось интенсивное лесное хозяйство, поймы рек регулярно прокашивались [32].



Рисунок 9 — Краснокнижные растения Беловежской пуцци:
 а — пихта белая (*Abies alba*); б — дуб скальный (*Quercus petraea*); в — лилия-саранка (*Lilium martagon*);
 г — астранция большая (*Astrantia major*); д — змееголовник Рюйша (*Dracocephalum Ruyschiana*);
 е — купальница европейская (*Trollius europaeus*) [7]

До аварии на ЧАЭС на полях были распространены агроценозы, на мелиорированных землях — преимущественно окультуренные сенокосы, вблизи деревень — пастбища, личные земельные наделы, плодовые сады сельскохозяйственных предприятий, вдоль дорог — озеленительные и защитные насаждения. В деревнях (на приусадебных участках, уличных посадках) сформировалась комплексная дендрофлора, представленная специфическим для каждой деревни видовым составом плодово-ягодных, декоративных местных и интродуцированных (интродукция растений — случайное или преднамеренное

переселение видов или сортов растений в места, области, где они раньше не встречались) древесных и кустарниковых видов растений [31; 33]. То есть аборигенная флора была сменена антропофитной.

За прошедшие почти четыре десятка лет ландшафты зоны отчуждения ЧАЭС претерпели значительные изменения. Отсутствие хозяйственной деятельности дало импульс процессам естественного развития в измененных эксплуатацией биоценозах и самовосстановления в сильно нарушенных и трансформированных экосистемах. Поскольку зональным типом растительности на территории Полес-

ского заповедника является лесная растительность, интразональными — болотный, пойменно-луговой, водный типы, то выведенные из оборота бывшие сельскохозяйственные угодья и отселенные деревни стали зарастать лесом, мелиорированные земли — заболочиваться и закустариваться.

Леса являются мощным биологическим барьером переноса радионуклидов, поэтому, на некоторой части залежных земель зоны отчуждения создавались искусственные лесные насаждения, состав которых не всегда был представлен местными лесными видами. В итоге только за 1988–2008 гг. площадь осушенных земель сократилась в 3,8 раза, площадь болот и заболоченных участков выросла в 2,4 раза, лесов — на 22,8 %, лесистость в границах заповедника выросла с 38,5 % в 1975 г. до 55,9 % в 2020 г. [32].

Естественным образом развивается произрастающая здесь до аварии лесная растительность, представленная сосняками, дубравами, черноольшаниками, березняками, осинниками, грабняками, кленовниками, ясенниками, липняками, насаждениями древовидных и кустарниковых ив разного возраста и состава. Отсутствие лесозаготовок обеспечило «старение», то есть повышение возраста, лесов. В их структуре увеличилась доля мелколиственных насаждений. В отселенных деревнях сформировались лесные насаждения непостоянного и несвойственного для местных лесов породного состава. В них преобладают в основном интродуцированные виды — клен ясенелистный, акация белая, тополь белый, плодовой вид — слива домашняя, реже местные лесные породы — береза, осина, клен остролиственный, вяз, ясень. Всего в составе дендрофлоры бывших населенных пунктов насчитывается 111 видов и 2 разновидности растений, в том числе 48 видов и 2 разновидности деревьев, 61 вид кустарников и 2 вида одревесневающих лиан. Среди них 37 аборигенных видов и 74 адвентивных, то есть проникших за пределы своего первичного ареала либо естественным путем, либо непреднамеренно занесенных человеком. В числе адвентивных насчитывается 16 гибридов и гибридогенных видов. Там же встречается 11 чужеродных вредоносных древесно-кустарниковых видов. Из них наиболее многочисленными и агрессивными являются клен ясенелистный, акация белая, тополь белый, ирга колосистая, бузина красная [32].

Современная флора заповедника включает 1162 вида и гибрида сосудистых растений, в том числе 4 вида плаунов, 7 хвощей, 16 папоротников, 13 голосеменных, 248 однодольных и 874 двудольных. Среди них 44 редких и охраняемых вида растений: степная астра (*Aster amellus*), эруколиственный крестовник (*Senecio erucifolius*), боль-

шая наяда (*Najas major*), промежуточная росянка (*Drosera intermedia*), теневая осока (*Carex umbrosa*), армериевидная гвоздика (*Dianthus armeria*), шлемоносный ятрышник (*Orchis militaris*), длиннолистный пыльцеголовник (*Cephalanthera longifolia*), водяной орех (*Trapa natans*) и др. В составе флоры заповедника наибольшая в стране доля присутствия лесостепных и степных видов [4]. Данные видового разнообразия мохообразных, лишайников, водорослей, грибов далеко не полные или отсутствуют [21].

Не менее разнообразны фитоценозы культурно-мемориальных ЭГС. Так, например, состав флоры кладбищ ввиду ряда причин выделяется высоким многообразием, поскольку здесь сохраняются не только ранее произрастающие аборигенные виды, но и привлечено большое число интродуцированных растений, что объясняется региональными особенностями обустройства ритуальных территорий. Выбор растений для кладбищ продиктован не только традициями, по которым на местах погребений высаживаются растения, символизирующие вечную жизнь и глубину скорби, но и практическими соображениями. Именно поэтому в основном это нетребовательные, очень устойчивые виды, которые могут в той или иной степени влиять на структуру растительных сообществ не только на самом кладбище, но и в непосредственной близости от него [37].

Исследования, проведенные В. Н. Тихомировым и А. В. Кручком [29], охватывающие шесть деревенских кладбищ в южной части Минска (Брилевское, Дворище, Сухаревское, Черниговское, Петровщина и Красная Слобода), которые со временем стали частью города, выявили наличие 387 видов растений на их территориях.

В процессе обследования этих кладбищ авторами было обнаружено, что доля местных видов и археофитов во флоре исследуемых кладбищ варьируется от 60 % (Сухаревское) и 65 % (Петровщина) до 80 % (Красная Слобода). Также было установлено, что кладбище Петровщина является наиболее флористически разнообразной территорией. Это связано с его большой площадью и активным использованием в последние годы, а также с наличием как старой облесенной части, так и открытой зоны, недавно отведенной под захоронения. В старой облесенной части кладбища зафиксировано массовое произрастание лилии кудреватой (*Lilium martagon*) и колокольчика широколистного (*Campanula latifolia*) — видов, занесенных в Красную книгу Республики Беларусь.

На кладбище Дворище наблюдается наименьшее разнообразие аборигенных видов, однако именно там была найдена обильная процветающая

ценопопуляция лилии кудреватой, по всей вероятности, естественного происхождения, а также значительное количество видов, указывающих на неморальные условия. Следует отметить, что древостой старой части этого кладбища состоит из липы, ясеня и дуба и, по мнению авторов, имеет естественное происхождение [29].

Уникальные комплексы редких видов, большинство из которых внесены в список профилактической охраны, были выявлены и на других кладбищах. На территории Сухаревского кладбища отмечены буквица лекарственная (*Betonica officinalis*), колокольчик персиколистный (*Campanula persicifolia*), наперстянка крупноцветковая (*Digitalis grandiflora*), дрок красильный (*Genista tinctoria*), чина черная (*Lathyrus niger*), ластовень лекарственный (*Vincetoxicum hirsutinaria*). На территории кладбища Красная Слобода, которое находится на склоне коренного берега р. Свислочь и представлено остатками коренной дубравы, отмечен самый богатый состав созофитов: водосбор обыкновенный (*Aquilegia vulgaris*), буквица лекарственная (*Betonica officinalis*), колокольчик персиколистный (*Campanula persicifolia*), наперстянка крупноцветковая (*Digitalis grandiflora*), печёночница благородная (*Hepatica nobilis*), чина черная (*Lathyrus niger*), первоцвет весенний (*Primula veris*), жабрица порезниковая (*Seseli libanotis*), вероника широколистная (*Veronica teucrium*). На территории Черниговского кладбища отмечены водосбор обыкновенный (*Aquilegia vulgaris*), наперстянка крупноцветковая (*Digitalis grandiflora*), естественного гибрида *Pulmonaria* Ч *Notha* двух видов медуниц (= *P. angustifolia* Ч *P. obscura*); на территории Брилевского — василисник водосборный (*Thalictrum aquilegifolium*) [29]. Интересен установленный факт, что в ходе обследования рассматриваемых кладбищ было зафиксировано целенаправленное культивирование 12 аборигенных видов. Все они относятся к орнаментальным и по феноритмам совпадают с годовым циклом ритуальных посещений кладбищ.

В заключение авторы исследований [29] отмечают, что природная среда вокруг кладбищ может изменяться и трансформироваться, но кладбище достаточно долго сохраняет свою территориальную целостность во временном промежутке, поэтому сохраняются и черты того флористического состава, который был при его организации. Именно поэтому кладбище часто выступает своеобразным рефугиумом для аборигенных видов растений. В тоже время кладбища являются источником новых инвазионных видов и на этих территориях можно наблюдать все стадии инва-

зионных процессов. Таким образом, кладбища как специфические местообитания видов растений в условиях трансформированной природной среды выполняют две противоположные функции — способствуют сохранению биоразнообразия в условиях сильного антропогенного воздействия (являются рефугиумами прежнего растительного покрова) и приводят к еще большему усилению инвазионных процессов.

Особенности зооценоза. Состав зооценоза изучаемых ЭГС представлен как беспозвоночными, так и позвоночными животными, который во многом обусловлен особенностями литотопа, эдафотопа и фитоценоза, рассмотренными выше. Из всех видов эколого-геологических систем рекреационных комплексов наибольшим многообразием беспозвоночных обладают культурно-заповедные и заповедно-лесопарковые ЭГС. Так, например, согласно Г. А. Козулько и Т. Н. Козулько [12], в почвах лесов *Беловежской пуши* выявлено 3 типа, 6 классов, 17 отрядов почвенных беспозвоночных.

Самыми многочисленными являются насекомые (*Insecta* — 22–68 %) и паукообразные (*Arachnida* — 10–56 %). Среди насекомых преобладают жесткокрылые (*Coleoptera* — 46–83 %) и двукрылые (*Diptera* — 6–38 %). По зоомассе в хвойных типах леса доминируют насекомые (23–79 %), в лиственных — дождевые черви (24–75 %). Общая плотность почвенной мезофауны в лесах Беловежской пуши довольно высокая. Минимальное ее значение зарегистрировано в сосняке лишайниковом (243 ± 18 экз/м²), максимальное — в сосняке долгомошном (586 ± 22 экз/м²). Наибольшая общая зоомасса почвенной мезофауны характерна для фитоценозов лиственных лесов ($6,2 \pm 0,9$ — $16,8 \pm 2,0$ г/м²), наименьшая — для сосновых ($1,9 \pm 0,2$ — $4,8 \pm 0,5$ г/м²). Наибольшее видовое разнообразие представлено в отрядах жесткокрылых (*Coleoptera*), перепончатокрылых (*Hymenoptera*), двукрылых (*Diptera*), чешуекрылых (*Lepidoptera*) и полужесткокрылых (*Hemiptera*), которые составляют более 95 % всего разнообразия насекомых в национальном парке. Среди почти 3000 видов жесткокрылых (*Coleoptera*) самыми многочисленными являются жуки-жужелицы (*Carabidae*), стафилиниды (*Staphylinidae*), долгоносики (*Curculionidae*), листоеды (*Chrysomelidae*), дровосеки (*Cerambycidae*) и пластинчатоусые (*Scarabaeidae*). Крупнейшими представителями жуков-жужелиц являются брызгуны (*Carabus*), из которых 6 видов занесены в Красную книгу [7]. Самым редким из них является жужелица блестящая (*Carabus nitens*), а жужелица интрикатус (*Carabus intricatus*) считается одной из красивейших (рис. 10, а, б).



Рисунік 10 — Некаторыя насякомыя Белавежскай пушчы:
 а — жужэліца блэстячая (*Carabus nitens*); б — жужэліца інтрыкатус (*Carabus intricatus*);
 в — жук-отшельнік (*Osmoderma eremita*); г — короед-тыпограф (*Ips typographus*); д — махаон (*Papilio machaon*);
 е — желтушка торфяніковая (*Colias palaeno*) [23]

Многія віды беспазвоначных обитаюць у глебе, леснай падстилцы, гнілой дрэвесіне і пад карой дрэвьев. Асабнасцю фауны жэсткокрылых Белавежскай пушчы яўляецца наяўнасць буйнога лічбы відаў, обитаючых у мёртвой дрэвесіне на розных стадыях яе разлагання. Яны вельмі рэдка сустракаюцца ў другіх лэсах, паколькі там вядуцца санітарныя рубкі і ўборка сухостойнай дрэвесіны.

Одін з такіх відаў, ізяцно крупны і эфэктны, — гэту жук-отшельнік (*Osmoderma eremita*), лічынкі якога паяаюцца папуразложывшэйся дрэвесінай ліственых дрэвьев (рыс. 10, в).

Взрослыя жукі вядуць ночной образ жыцця і паяаюцца сокам, вытекаючым з ран на ствале дрэва. У Еўропе отшельнік ужо даўно стаў буйнога рэдкасцю і знаходзіцца пад аховай. У Беларусі он сустракаецца чащэ, но такжэ занесен у Красную кнігу, як і навознік вясенний (*Trypocopris vernalis*). Паоследні від у пушчы яўляецца адным з фоновых, а ў аадельных месцах прэвосходзіць па лічбнасці абычныя віды навозніков-землероев.

Із другіх жэсткокрылых (*Coleoptera*) слэдуе адметыць короэда-тыпографа (*Ips typographus*) — асновнага стваловага врэдытэля елі (рыс. 10, г). У рэзультаце яго жыцнедэятэльнасці можэ праяс-

ходить отмирание еловых лесов на большой площади. Определенный вред наносят и другие виды короедов, а также представители семейств златок и дровосеков, из которых наиболее заметны и обычны дровосек-кожевник (*Prionus coriarius*) и большой еловый усач (*Monochamus sartor*) [7].

Из более полутора тысяч видов бабочек, выявленных в Беловежской пуще, подавляющее большинство составляют виды, ведущие ночной образ жизни. Обычно они окрашены в невзрачные серые тона. Среди них размерами и яркой окраской выделяются бражники (*Sphingidae*), павлиноглазки (*Saturniidae*), медведицы (*Arctiidae*) и некоторые виды совок (*Noctuidae*). Из ярко окрашенных дневных бабочек (*Rhopalocera*) размерами и окраской выделяются ленточники (*Limenitis*) и переливницы (*Apatura*), практически никогда не встречающиеся на цветках. Они всегда летают высоко в кронах деревьев и спускаются вниз лишь для того, чтобы попить воды из придорожных луж. Наиболее эффективным представителем чешуекрылых является махаон (*Papilio machaon*) (рис. 10, д). Главным условием его обитания является наличие определенных растений из семейства зонтичных, которыми питаются гусеницы бабочки.

Бархатницы отличаются особым нежным бархатистым налетом на крыльях и раскраской в виде «глазков». На открытых пространствах низинного болота Дикое обитает самая крупная в стране популяция сенницы-эдипп (*Coenonympha oedippus*). Бабочка краеглазка придорожная (*Lopinga achine*) сравнительно немногочисленна и встречается, чаще всего, в широколиственных и смешанных лесах.

Из многочисленных бабочек-белянок в Беловежской пуще обитает редкая в Европе желтушка торфяниковая (*Colias palaeno*), гусеницы которой питаются голубикой на верховых болотах в сосняках сфагнового и багульниковых типов (рис. 10, е). В отличие от других видов желтушек, у этой бабочки лимонно-желтую окраску крыльев имеют только самцы, самки же белой окраски. Эта бабочка, наряду с бражником осиновым (*Laothoe amurensis*), голубой орденской лентой (*Catocala fraxini*), орденской лентой малиновой (*Catocala sponsa*), медведицей-госпожой (*Callimorpha dominula*), большой переливницей (*Apatura iris*) и другими видами, подлечит строгой охране.

Разнообразны и насекомые из отряда перепончатокрылых (*Hymenoptera*). Это разные виды ос, среди которых наиболее крупные — шершни, строят гнезда в дуплах старых деревьев, а также рогахосты, пилильщики и муравьи. Из пчелиных особое внимание привлекают шмели, по-

являющиеся ранней весной, когда большинство насекомых еще находится в спячке. В последнее время в Европе отмечено снижение их численности, в результате чего некоторые виды шмелей стали редкими.

Не менее представительна фауна беспозвоночных Березинского биосферного заповедника. Современный список беспозвоночных этого природного резервата насчитывает 3662 вида. Наибольшим таксономическим разнообразием характеризуется тип Членистоногие (*Arthropoda*) — 3319 видов. Относительно богато представлены круглые черви (*Nemathelminthes*) — 189 видов, плоские черви (*Plathelminthes*) — 72 вида, апикомплексы (*Apicomplexa*) — 30 видов, моллюски (*Mollusca*) — 27 видов, и кольчатые черви (*Annelida*) — 11 видов. Представительство других типов незначительно. Видовая емкость экосистем заповедника оценивается в 20–22 тыс. видов беспозвоночных, среди которых 10–12 тыс. представлено насекомыми [22].

Самый многочисленный отряд насекомых Березинского заповедника — жесткокрылые (*Coleoptera*). В настоящее время для данной территории известно более 700 видов этих насекомых из 46 семейств. Виды, самые объемные по составу, — это семейства жуужелиц (*Carabidae* — 145 видов), стафилинов (*Staphylinidae* — 67), божьих коровок (*Coccinellidae* — 31), скрытников (*Latrididae* — 31), усачей (*Cerambycidae* — 44), листоедов (*Chrysomelidae* — 135) и долгоносиков (*Curculionidae* — 44 вида). Видовой состав остальных семейств невелик. До сих пор недостаточно выявлен видовой состав стафилинид, мягкотелок, малашек и некоторых других семейств. Самыми многочисленными видами для заповедника во всех биотопах являются шелкуны, долгоносики, жуужелицы и стафилиниды. В отдельных биотопах доминируют мягкотелки и листоеды (сосняк багульниковый), божьи коровки (сосняк багульниковый и сосняк мшистый). Наиболее важными в хозяйственном отношении (как вредители леса) являются представители семейств усачей, листоедов, слоников — длинноусый дровосек (*Acanthocinus aedilis*), иероглифовый (*Pachybrachys hieroglyphicus*), вересковый (*Lochmaea suturalis*), тополевыи (*Chrysomela populi*) и ольховый (*Agelastica alni*) листоеды, колорадский жук (*Leptinotarsa decemlineata*), щетинистый остроглазый слоник (*Strophosomus capttatus*), большой сосновый долгоносик (*Hylobius abietis*) [22].

Из чешуекрылых (*Lepidoptera*) к настоящему времени для заповедника известно более 500 видов из 23 семейств. Наибольшее количество из них относится к семействам пядениц (*Geometridae* —

132 віда) і совок (*Noctuidae* — 105). Больш 20 відаў вядома з сямействаў лістоверток (*Tortricidae* — 33), агневок-травяноч (*Crambidae* — 21), шырококрылых агневок (*Pyraustidae* — 27), медведзіц (*Arctiinae* — 22), пестрыноч (*Zygaenidae* — 22), німфалід (*Nymphalidae* — 27 відаў) [25]. Сярод прадстаўляў чэшуккрылых немала відаў, якія з'яўляюцца шкоднікамі дрэвадно-кустарніковай расліннасці, ягаднікоў, травасцоеў. Найбольш масавыя з іх — гэта соснавая пядніца (*Bupalus piniaria*), шёлкапряд-монашенка (*Lymantria monacha*), зімняя пядніца (*Operophtera brumata*), дубовая лістовертка (*Tortrix viridana*), мініруючая моль (*Cameraria ohridella*), поедальніцы лісця і хвою дрэвадных парод.

Із перепончатокрылых (*Hymenoptera*) добра вядома відавас склад зліш аддільных сямействаў пілільшчыкоў, наезднікоў, ос і мурав'яў. Двукрылыя (*Diptera*) — прэобладальная група ў лясном травасцое. Сярод іх у заапаветніку адзначаны прадстаўляў 34 сямействаў: зямноводныя (*Dixidae*) і кроваасосудзія (*Culicidae*) камары, мокрыцы (*Oniscidea*), мошкі (*Simuliidae*), галліцы (*Cecidomyiidae*), камары-толстоножкі (*Bibio*), слепні (*Tabanidae*), ктыры (*Asilidae*), толкунчыкі (*Empididae*), зеленушкі (*Dolichopodidae*), горбатыкі (*Phoridae*), журчалкі (*Syrphidae*), большаголовікі (*Conopidae*), ходуленожкі (*Micropezidae*), пестрокрылкі (*Tephritidae*), мурав'яведзікі (*Sepsidae*), мініруючыя мушкі (*Agromyzidae*), опомізіды (*Opomyzidae*), злаковыя мухі (*Chloropidae*), настольныя мухі (*Muscidae*), тахіны (*Tachinidae*) і др. Найбольш многачысленны кроваасосудзія камары. Із паукообразных (*Acarida*) найбольш поўная інфармацыя імаецца па адраду клешэй. Былі адзначаны як свабоднажывучыя почвенныя клешчы (орібатідныя), так і клешчы, паразітуючыя на жывотных і расліннасці (іксодовыя, гамазовыя, акарідныя, краснотелковыя). Сярод орібатідных клешэй выяўлена 123 віда, адносячыхся да 46 сямействаў. Адзначена 4 віда іксодовых, 47 — гамазовых, 8 — акарідных і 3 віда краснотелковых клешэй. Із чэрвей на тэрыторыі заапаветніка выяўлены малочетніковыя чэрвы, раслінныя нематоды і гельмінты з класоў молагенетычскіх сосальшчыкоў, цестод, трематод і нематод [22].

Значыльна меншым разнаабыразіем беспазвоначных характэрызуюцца культурна-меморыяльныя ЭГС. Гэта звязана, гавным абыразам, с высокім узроўнем антрапагеннага ўздзеяння на фітаценозы і эдафотопы даных ЭГС, заклучаючыхся ў удаленні травяністай і кустарніковай расліннасці пасредствам кошения і прополкі с паследуючай уборкай яе астаткоў пры благоустройстве захароненій.

Весьма багат і многаабыразен мір *позвоначных жывотных* ЭГС рекреацыйных комплексоў, асабліва культурна-заапаветных і заапаветна-лесопаркавых, паскольку адным з напраўленій іх функцыянавання з'яўляецца захараненне рэдкіх і нааходзячыхся пад угрозай ісчезноўення відаў дзікіх жывотных.

Шырока прадстаўлена фауна зямноводных і прэсмыкаючыхся. Із амфібіяў абітае 2 віда адрада хвостатых — трытоны абыкноўенны (*Lissotriton vulgaris*) і грэбенчатый (*Triturus cristatus*), і 11 відаў адрада бесхвостых: чесночніца абыкноўенная (*Pelobates fuscus*), жерлянка краснабрюхая (*Bombina bombina*), жаба зяленая (*Bufo viridis*), жаба камышовая (*Bufo calamita*), жаба сёрая (*Bufo bufo*), лягушка озерная (*Rana ridibunda*), лягушка астромордая (*Rana arvalis* = *R. terrestis*), лягушка прудовая (*Rana lessonae*), лягушка с'едобная (*Rana esculenta*), лягушка травяная (*Rana temporaria*), квакша абыкноўенная (*Hyla arborea*). Із прэсмыкаючыхся сустрачаецца болотная чэрапаха (*Emys orbicularis*), ящерыцы прыткая (*Lacerta agilis*) і жывородзячая (*Zootoca vivipara*), веретеніца ломкая (*Anguis fragilis*) і змеі: гадука абыкноўенная (*Vipera berus*), уж абыкноўенны (*Natrix natrix*), медзянка абыкноўенная (*Coronella austriaca*) [3; 8].

У лесах і на болотах ахараўяемых тэрыторыяў гнездыцца віды пціц, нааходзячыяся пад угрозай глабалнага ісчезноўення: оран-белохвост (*Haliaeetus albicilla*), большой подорлік (*Clanga clanga*), вертлявая камышевка (*Acrocephalus paludicola*). Асаблівым багатствам адрічаецца лесная орнітокомплекс, ў складзе котораго чэрны аіст (*Ciconia nigra*), беласпінны (*Dendrocopos leucotos*) і трэхпальны (*Picoides tridactylus*) дятлы, малый подорлік (*Clanga pomarina*), кедровка (*Nucifraga caryocatactes*), тетерев (*Lyrurus tetrix*), глухарь (*Tetrao urogallus*) і др. (рис. 11).

Абыліе кармаў прэдопрадэляе высокае відовае разнаабыразіе і высокую чысленнасць хіщнікоў. Сярод іх — беркут (*Aquila chrysaetos*), бородастая (*Strix nebulosa*) і дліннохвостая (*Strix uralensis*) неясыты, мохноногий сыч (*Aegolius funereus*), філін (*Bubo bubo*), чэлок (*Falco subbuteo*). На водных аб'ектах сустрачаюцца лебедзь-кыкун (*Cygnus cygnus*), белоглазый нырок (*Aythya nyroca*), кулік дупель (*Gallinago media*), гусь-гуменнік (*Anser fabalis*) (рис. 11, д), белолыбый гусь (*Anser albifrons*), болотная сова (*Asio flammeus*), цапли (*Ardea alba*, *Ardea cinerea*), большой баклан (*Phalacrocorax carbo*) і др. [3; 8].

Найбольш вядомымі прадстаўляўмі позваначных млекапыхаючых жывотных ў складзе зооценоза ЭГС рекреацыйных комплексоў з'яўляюцца



Рисунок 11 — Некоторые представители орнитофауны заповедно-лесопарковых ЭГС Беларуси:
 а — черный аист (*Ciconia nigra*); б — трехпалый дятел (*Picoides tridactylus*); в — беркут (*Aquila Chrysaetos*);
 г — мохноногий сыч (*Aegolius funereus*); д — гусь-гуменник (*Anser fabalis*); е — большая белая цапля (*Ardea alba*) [9]

зубр (*Bison bonasus*), благородный олень (*Cervus elaphus*), косуля европейская (*Capreolus capreolus*), лось (*Alcer alcer*) и кабан (*Sus scrofa*); из хищных млекопитающих — бурый медведь (*Ursus arctos*), волк (*Canis lupus*), рысь (*Lynx lynx*), лисица (*Vulpes vulpes*), выдра (*Lutra lutra*), лесная куница (*Martes martes*), енот (*Procyon lotor*), енотовидная собака (*Nyctereutes procyonoides*), американская норка (*Neogale vison*), хорь (*Mustela putorius*), горностай (*Mustela erminea*); из грызунов и насекомоядных — бобр (*Castor fiber*), ондатра (*Ondatra zibeticha*), заяц-русак (*Lepus europaeus*) и белая (*Lepus timidus*), белка (*Sciurus vulgaris*), еж (*Erinaceus europaeus*) и многие другие [2; 3; 8; 9; 22; 24].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, природно-технические эколого-геологические системы рекреационных комплексов Беларуси представляют собой весьма сложные специфические образования, обладающие характерными особенностями их состава и свойств. Это обстоятельство следует учитывать при анализе экосистем, формирующихся в условиях неоднородности состава и свойств техногенной составляющей, а также при их систематизации и эколого-геологических изысканиях. Выявленные закономерности и особенности ЭГС рекреационных комплексов Беларуси можно рассматривать как общие для ана-

логичных эколого-геологических систем и в России, которые необходимо учитывать при инженерно-экологических изысканиях и исследованиях, в том числе при обосновании восстановительных и компенсационных мероприятий, нацеленных на сохранение природных компонентов данных ЭГС, что имеет важное практическое значение.

Работа выполнена в рамках научного направления «Рациональное использование природных ресурсов и охрана окружающей среды Белорусско-

го Поозерья» (раздел «Изучение закономерностей функционирования природно-технических систем Беларуси, мониторинг и управление их состоянием») Витебского государственного университета имени П.М. Машерова, утвержденного приказом ректора № 7-н от 20.02.2025, а также в рамках государственного задания МГУ имени М. В. Ломоносова с использованием оборудования, приобретенного за счет средств Программы развития Московского университета.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Антоник, М. И.** Особенности почвенных условий дубрав Беловежской пуши / М. И. Антоник // Почвоведение и агрохимия. — 2012. — № 2. — С. 74–81.
2. **Беловежская пуца** — 21 век [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://bp21.org.by/ru/gallery/>. — Дата доступа: 21.01.2025.
3. **Березинский** биосферный заповедник [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://priroda.club/priroda/>. — Дата доступа: 21.01.2025.
4. **Биологическое** разнообразие Полесского радиационно-экологического заповедника: сосудистые растения / Д. В. Дубовик [и др.]; под ред. акад. В. И. Парфенова. — Минск: Беларуская навука, 2021. — 234 с.
5. **Галкин, А. Н.** Классификация эколого-геологических систем Беларуси на основе учета особенностей литотопов и инженерно-хозяйственных объектов / А. Н. Галкин, В. А. Королев // Літасфера. — 2023. — № 1 (58). — С. 98–109.
6. **Галкин, А. Н.** Особенности функционирования литотехнических систем территории Белоруссии / А. Н. Галкин, В. А. Королев // Инженерная геология. — 2014. — № 4. — С. 28–44.
7. **Государственное** природоохранное учреждение «Национальный парк «Беловежская пуца» [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://npbr.by/>. — Дата доступа: 21.01.2025.
8. **Гричик, В. В.** Животный мир Беларуси. Позвоночные : учеб. пособие / В. В. Гричик, Л. Д. Бурко. — Минск : Изд. центр БГУ, 2013. — 399 с.
9. **Дикая** природа Беларуси. Фотоистории [Электронный ресурс] // Wildlife.by. — 2025. — Режим доступа: <https://wildlife.by/art/photostories/>. — Дата доступа: 28.01.2025.
10. **Классификация** и диагностика почв России / Л. Л. Шишов, В. Д. Тонконогов, И. И. Лебедева, М. И. Герасимова ; отв. ред. Г. В. Добровольский. — Смоленск : Ойкумена, 2004. — 341 с.
11. **Козулько, Г. А.** Государственный национальный парк «Беловежская пуца» — старейший заповедник в Европе / Г. А. Козулько, В. П. Жуков // Беловежская пуца на рубеже третьего тысячелетия : матер. межд. науч.-практ. конф., посвященной 60-летию со дня образования Государственного заповедника «Беловежская пуца» (22–24 декабря 1999 г., п. Каменюки, Брестская обл.) / редкол.: А. И. Лучков (отв. ред.) [и др.]. — Минск, 1999. — С. 16–33.
12. **Козулько, Г. А.** Почвенные беспозвоночные лесов Беловежской пуши: состав, плотность, зоомасса и распределение / Г. А. Козулько, Т. Н. Козулько // Сохранение биологического разнообразия лесов Беловежской пуши : сб. статей / редкол.: А. И. Лучков [и др.]. — Каменюки–Минск, 1996. — С. 161–182.
13. **Королев, В. А.** К разработке систематики эколого-геологических систем Белоруссии / В. А. Королев, А. Н. Галкин // Инженерная геология. — 2023. — Т. XVIII, № 2. — С. 12–28. DOI: <https://doi.org/10.25296/1993-5056-2023-18-2-12-28>.
14. **Королев, В. А.** Особенности лесохозяйственных эколого-геологических систем Белоруссии / В. А. Королев, А. Н. Галкин // ГеоИнфо. — 2024. — Т. 6, № 12. — С. 6–19. DOI:10.58339/2949-0677-2024-6-12-6-19.
15. **Королев, В. А.** Особенности природных эколого-геологических систем массивов глинистых грунтов Белоруссии / В. А. Королев, А. Н. Галкин // ГеоИнфо. — 2023. — Т. 5, № 9/10. — С. 12–21. DOI:10.58339/2949-0677-2023-5-9/10-12-21.
16. **Королев, В. А.** Особенности сельскохозяйственных эколого-геологических систем Белоруссии / В. А. Королев, А. Н. Галкин // Вестн. МГТУ. — 2025. — Т. 28, № 1. — С. 49–61.

17. **Королев, В. А.** Особенности эколого-геологических систем массивов лёссовых грунтов Белоруссии / В. А. Королев, А. Н. Галкин // *ГеоИнфо*. — 2024. — Т. 6, № 1/2. — С. 48–62. DOI:10.58339/2949-0677-2024-6-1/2-48-62.
18. **Королев, В. А.** Особенности эколого-геологических систем массивов торфяных грунтов Белоруссии / В. А. Королев, А. Н. Галкин // *Инженерная геология*. — 2024. — Т. XIX, № 1. — С. 20–40. DOI: <https://doi.org/10.25296/1993-5056-2024-19-1-20-40>.
19. **Королев, В. А.** Природные эколого-геологические системы массивов песчаных грунтов Белоруссии / В. А. Королев, А. Н. Галкин // *Инженерная геология*. — 2023. — Т. XVIII, № 4. — С. 38–49. DOI: <https://doi.org/10.25296/1993-5056-2023-18-4-38-49>.
20. **Королев, В. А.** Эколого-геологические системы рекреационных комплексов / В. А. Королев, В. Т. Трофимов, А. Н. Галкин. — М.: ООО Сампринт, 2025. — 222 с.
21. **Кудин, М. В.** Аспекты развития Полесского государственного радиационно-экологического заповедника / М. В. Кудин // *Радиоэкологические последствия радиационных аварий — к 35-й годовщине аварии на ЧАЭС: сб. докл. междунар. науч.-практ. конф., Обнинск, 22–23 апр. 2021 г.* // Под ред. Н. И. Санжаровой, В. М. Шершакова. — Обнинск: ФГБНУ ВНИИРАЭ, 2021. — С. 344–346.
22. **Мукина, К. М.** Березинский биосферный заповедник. Экологический мониторинг фоновых территорий: учеб.-метод. пособие / К. М. Мукина, Е. С. Лён. — Минск: ИВЦ Минфина, 2017. — 84 с.
23. **Насекомые (Insecta) мира** [Электронный ресурс] // *Insecta.pro*. — 2025. — Режим доступа: <https://insecta.pro/ru>. — Дата доступа: 21.01.2025.
24. **Национальный парк «Беловежская пуца» как объект охраны: биоразнообразии растительного и животного мира** / В. Н. Толкач, А. И. Лучков, П. В. Парфенов, Б. П. Савицкий // *Сохранение биологического разнообразия лесов Беловежской пуцы: сб. статей / Редкол.: А. И. Лучков [и др.]*. — Каменюки-Минск, 1996. — С. 10–19.
25. **Николаева, В. М.** Флора Беловежской пуцы: (сосудистые споровые и семенные растения) / В. М. Николаева, Б. М. Зефиоров. — Минск: Ураджай, 1971. — 182 с.
26. **Номенклатурный список почв Беларуси (для целей крупномасштабного картографирования)** / Н. И. Смяян, Г. С. Цытрон, Л. И. Шибут, И. И. Бубен. — Минск: РУП «Институт почвоведения и агрохимии», 2002. — 19 с.
27. **Прокофьева, Т. В.** Антропогенные почвы [Электронный ресурс] // *Большая Российская энциклопедия*. — 2023. — Режим доступа: <https://bigenc.ru/c/antropogennye-pochvy-af7412>. — Дата доступа: 18.01.2025.
28. **Санаторий «Росинка» Витебская область** [Электронный ресурс] // *Naftusia.ru*. — 2025. — Режим доступа: <https://naftusia.ru/resort/belarus/vitebskaya-oblast/sanatoriums/sanatoriy-rosinka/>. — Дата доступа: 17.01.2025.
29. **Тихомиров, В. Н.** Кладбища как неучтенные очаги биоразнообразия / В. Н. Тихомиров, А. В. Кручонок // *Интродукция, сохранение и использование биологического разнообразия флоры: матер. междунар. науч. конф., посвященной 90-летию Центрального ботанического сада НАН Беларуси, Минск, 28 июня — 1 июля 2022 г.: в 2 ч.* / Бел. гос. ун-т, Центр. бот. сад НАН Бел.; редкол.: В. В. Титок (отв. ред.) [и др.]. — Минск: Белтаможсервис, 2022. — Ч. 1. — С. 258–261.
30. **Трофимов, В. Т.** Эколого-геологическая система, ее типы и положение в структуре экосистемы / В. Т. Трофимов // *Вестник Моск. ун-та. Серия 4. Геология*. — 2009. — № 2. — С. 48–52.
31. **Турчин, Л. М.** Локальная флора отселенных деревень, расположенных на песчаных почвах зоны отчуждения Чернобыльской АЭС / Л. М. Турчин, Д. К. Гарбарук, А. В. Углянец // *Вестник Мазырскага дзярж. педагагічнага ўн-та імя І. П. Шамякіна*. — Минск: ИВЦ Минфина, 2021. — № 1 (57). — С. 34–41.
32. **Углянец, А. В.** Развитие научного туризма и экологического образования с использованием потенциала ПГРЭЗ: перспективы, проблемы и ограничения / А. В. Углянец // *Использование особо охраняемых природных территорий в образовательных целях: современная практика образовательного туризма: матер. междунар. науч.-практ. конф., Минск, 14–15 ноября 2021 г.* [Электронное научное издание] / Сост.: Н. А. Святкина, Е. В. Попова; редкол.: Н. А. Святкина [и др.]. — Минск, 2021. — С. 71–81.
33. **Углянец, А. В.** Современная дендрофлора отселенных деревень зоны отчуждения Чернобыльской АЭС Беларуси / А. В. Углянец, Д. К. Гарбарук, Л. М. Турчин // *Известия Гомельского гос. ун-та им. Ф. Скорины. Естественные науки*. — Гомель: ГГУ, 2021. — № 3 (126). — С. 68–74.
34. **Ушакова, О. В.** Научное обоснование гигиенических требований безопасной эксплуатации территорий захоронений: автореф. дис. ... канд. мед. наук: 14.00.07 / Ушакова Ольга Владимировна; Науч.-исслед. ин-т экологии человека и гигиены окружающей среды им. А.Н. Сысина РАМН. — М., 2009. — 24 с.

35. Цытрон, Г. С. Почва как объект охраны природных комплексов Беларуси / Г. С. Цытрон, О. В. Матвеева // Почвоведение и агрохимия. — 2012. — № 2 (49). — С. 34–40.

36. Червань, А. Н. Структура почвенного покрова, педо- и биоразнообразия территории Березинского биосферного заповедника / А. Н. Червань, А. Л. Киндеев, А. А. Сазонов. Почвоведение. — 2022. — № 10. — С. 1215–1227. DOI: 10.31857/S0032180X22100021

37. Ramula, S. Plant communities and the reproductive success of native plants after the invasion of an ornamental herb / S. Ramula, K. Pihlaja // Biological Invasions. — 2012. — Vol. 14, № 10. — P. 2079–2090.

АСАБЛІВАСЦІ ЭКОЛАГА-ГЕАЛАГІЧНЫХ СІСТЭМ РЭКРЭАЦЫЙНЫХ КОМПЛЕКСАЎ БЕЛАРУСІ

А. М. Галкін¹, У. А. Каралёў²

¹Віцебскі дзяржаўны ўніверсітэт імя П. М. Машэрава,
Маскоўскі праспект, 33, 210038, Віцебск, Беларусь
E-mail: galkin-alexandr@yandex.ru

²Маскоўскі дзяржаўны ўніверсітэт імя М. В. Ламаносава
Ленінскія горы, 1, 119991, Масква, Расія
E-mail: va-korolev@bk.ru

У артыкуле разгледжаны асаблівасці прыродна-тэхнічных экалага-геалагічных сістэм рэкрэацыйных комплексаў, якія атрымалі шырокае распаўсюджванне ў Беларусі. Нягледзячы на тое, што гэтыя сістэмы займаюць значныя плошчы на тэрыторыі краіны, яны застаюцца практычна не вывучанымі, аб іх абіятычных і біятычных кампанентах маюцца толькі ўрыўкавыя разрозненыя звесткі. Грунтуючыся на раней распрацаванай аўтарамі сістэматыцы экалага-геалагічных сістэм тэрыторыі Беларусі, у гэтым артыкуле зроблена спроба скласці іх агульную характарыстыку, а таксама выявіць і ахарактарызаваць асаблівасці іх абіятычных (літатона, гідратона, эдафатона) і біятычных (мікрабацэнозу, фітацэнозу, зоацэнозу). Выяўленыя заканамернасці і асаблівасці ЭГС рэкрэацыйных комплексаў Беларусі можна разглядаць як агульныя для аналагічных ЭГС у Расіі, якія неабходна ўлічваць пры інжынерна-экалагічных пошуках і даследаваннях. ўлічваць пры інжынерна-экалагічных даследаваннях і інжынерна-экалагічных пошуках.

Работа выканана ў рамках навуковага напрамку “Рацыянальнае выкарыстанне прыродных рэсурсаў і ахова навакольнага асяроддзя Беларускага Паазер’я” (раздзел “Вывучэнне заканамернасцей функцыянавання прыродна-тэхнічных сістэм Беларусі, маніторынг і кіраванне іх станам”) Віцебскага дзяржаўнага ўніверсітэта імя П.М. Машэрава, зацверджанага загадам рэктара № 7-н ад 20.02.2025, а таксама ў рамках дзяржаўнага задання МДУ імя М.В. Ламаносава з выкарыстаннем абсталявання, набытага за кошт сродкаў Праграмы развіцця Маскоўскага ўніверсітэта.

Ключавыя словы: экалага-геалагічная сістэма (ЭГС); прыродна-тэхнічная ЭГС рэкрэацыйных комплексаў; літатон; гідратон; эдафатон; мікрабацэноз; фітацэноз; заацэноз; Беларусь.

FEATURES OF ECOLOGICAL AND GEOLOGICAL SYSTEMS OF RECREATIONAL COMPLEXES IN BELARUS

Alexander N. Galkin¹, Vladimir A. Korolev²

¹Vitebsk State University named after P. Masherov
33 Moscovski Avenue, 210038, Vitebsk, Belarus
E-mail: galkin-alexandr@yandex.ru

²Lomonosov Moscow State University
1 Leninskie Gory, 119991, Moscow, Russia
E-mail: va-korolev@bk.ru

This article examines the characteristics of the natural-technical ecological-geological systems of recreational complexes widespread in Belarus. Despite the fact that these systems occupy significant areas of the country, they

remain virtually unstudied, with only fragmentary and scattered information available on their abiotic and biotic components. Building on the authors' previously developed taxonomy of ecological-geological systems in Belarus, this article attempts to compile their general characteristics and identify and characterize the characteristics of their abiotic (lithotope, hydrotople, edaphotope) and biotic (microbocenosis, phytocenosis, zoocenosis) components. The identified patterns and characteristics of the EGS of recreational complexes in Belarus can be viewed as common to similar EGS in Russia and should be considered in engineering and environmental surveys and research.

The work was carried out within the framework of the scientific direction "Rational use of natural resources and environmental protection of the Belarusian Lakeland" (section "Study of the patterns of functioning of natural and technical systems of Belarus, monitoring and management of their state") of Vitebsk State University named after P.M. Masherov, approved by the order of the rector No. 7-n dated 20.02.2025, as well as within the framework of the state assignment of the Lomonosov Moscow State University using equipment purchased using funds from the Moscow University Development Program.

Keywords: ecological-geological system (EGS); natural-technical EGS of recreational complexes; lithotope; hydrotople; edaphotope; microbiocenosis; phytocenosis; zoocenosis; Belarus.