



Фото А.Н. Галкина

ОСОБЕННОСТИ ИНЖЕНЕРНО-ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ИЗЫСКАНИЙ НА МАССИВАХ ТОРФЯНЫХ ГРУНТОВ

КОРОЛЕВ В.А.*

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова,
г. Москва, Россия, va-korolev@bk.ru
Адрес: Ленинские горы, д. 1, г. Москва, 119991, Россия

ГАЛКИН А.Н.

Витебский государственный университет им. П.М. Машерова,
г. Витебск, Белоруссия, galkin-alexandr@yandex.ru
Адрес: Московский пр-кт, д. 33, г. Витебск, 210038, Белоруссия

Оригинальная статья

Поступила в редакцию 23.05.2023 / Принята к публикации 26.06.2023 / Дата публикации 30.06.2023

© ООО «Геомаркетинг», 2023

Аннотация: в статье рассмотрены особенности проведения инженерно-экологических изысканий на массивах торфяных грунтов, которые широко распространены на территории как России, так и сопредельных государств, например, Белоруссии. Предложена структура и разработана систематика эколого-геологических систем (ЭГС), формирующихся на массивах торфяных грунтов. Показано, что при инженерно-экологических изысканиях на массивах торфяных грунтов необходимо, прежде всего, исходить из особой структуры и особенностей ЭГС, формирующихся на данных массивах, которые в основном определяются характерным составом, строением и свойствами торфов, образующих литогенную основу таких систем. Поэтому инженерно-экологические изыскания, проводимые на массивах торфяных грунтов, должны осуществляться с учетом выявленных специфических особенностей состава и структуры формирующихся на них ЭГС, их абиотических и биотических компонентов. В статье проанализированы характерные черты компонентов рассматриваемых ЭГС: литотопов, эдафотопов, микробо-, фито- и зооценозов, отмечены их основные особенности, важные для инженерно-экологических изысканий. Они обусловлены возрастом и генезисом массивов торфяных грунтов, а также современными климатическими условиями. Высказаны предложения, на какие вопросы необходимо обращать особое внимание при проведении инженерно-экологических изысканий на массивах торфяных грунтов, а также при дальнейшем совершенствовании нормативной базы инженерно-экологических изысканий. При обновлении нормативных документов по инженерно-экологическим изысканиям, в частности, СП 502.1325800.2021 «Инженерно-экологические изыскания для строительства. Общие правила производства работ», необходимо внести дополнения по анализу микроценозов, поскольку микробные сообщества существенно влияют на все компоненты ЭГС и могут являться их надежными биоиндикаторами.

Ключевые слова: торф; эколого-геологическая система; литотоп; гидротоп; эдафотоп; микроценоз; фитоценоз; зооценоз; инженерно-экологические изыскания

Ссылка для цитирования: Королёв В.А., Галкин А.Н., 2023. Особенности инженерно-экологических изысканий на массивах торфяных грунтов. Инженерные изыскания, Том XVII, № 2, с. 34–41, <https://doi.org/10.25296/1997-8650-2023-17-2-34-41>.

FEATURES OF ENGINEERING-ECOLOGICAL SURVEYS ON PEAT SOILS

VLADIMIR A. KOROLEV*

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

ALEXANDR N. GALKIN

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

Original paper

Received 23 May 2023 / Accepted 26 June 2023 / Published 30 June 2023

© Geomarketing LLC, 2023

Abstract: the paper discusses the features of carrying out engineering-ecological surveys on peat soils, which are widespread both in Russia and in the territories of neighboring states, for example, Belarus. A structure has been proposed and a systematics of ecological-geological systems formed on massifs of peat soils has been developed. It is shown that during engineering-ecological surveys on massifs of peat soils, it is necessary, first of all, to proceed from the special structure and characteristics of the ecological-geological systems formed on these massifs, which are mainly determined by the characteristic composition, structure, and properties of the peats that form the lithogenic basis of such systems. Therefore, engineering-ecological surveys on massifs of peat soils should be carried out taking into account the identified specific features of the composition and structure of the ecological-geological systems formed on them, their abiotic and biotic components. The paper analyzes the characteristic features of the components of the ecological-geological systems under consideration: lithotopes, edaphotopes, microbial, phyto- and zoocenoses, and notes their main features that are important for engineering-ecological surveys. They are determined by the age and genesis of peat soil massifs, as well as modern climatic conditions. Suggestions have been made on what issues need to be paid special attention to when conducting engineering-ecological surveys on peat soils, as well as when further improving the regulatory framework for engineering-ecological surveys. When updating regulatory documents on engineering-ecological surveys, in particular SP 502.1325800.2021 "Engineering environmental survey for construction. General regulations for execution of work", it is necessary to make additions to the analysis of microbial communities, since the last ones significantly influence all components of ecological-geological systems and can be their reliable bioindicators.

Key words: peat; ecological-geological system; lithotope; hydrotape; edaphotope; microbiocenosis; phytocenosis; zoocenosis; engineering-ecological surveys

For citation: Korolev V.A., Galkin A.N., 2023. Features of engineering-ecological surveys on peat soils. Engineering Survey, Vol. XVII, No. 2, pp. 34–41, <https://doi.org/10.25296/1997-8650-2023-17-2-34-41>.

Введение

Инженерно-экологические изыскания, выполняемые для подготовки документов территориального планирования и документации по планировке территории, выбора площадок (трасс) строительства (обоснования инвестиций), при подготовке проектной документации объектов капитального строительства, строительстве и реконструкции зданий и сооружений, в т.ч. на массивах торфяных грунтов, проводятся согласно СП 502.1325800.2021 «Инженерно-экологические изыскания для строительства. Общие правила производства работ». Как отмечалось рядом авторов [5], при составлении документов территориального планирования необходимо учитывать наличие массивов торфяных грунтов, в частности, на заболоченных территориях должны проводиться исследования вопроса поддержания водного баланса, связанного с питанием поверхностных и подземных вод, сохранением их химического состава, окислительно-восстановительных и кислотно-щелочных условий. Болота выпол-

няют важную экологическую функцию, направленную, в т.ч. на создание благоприятной обстановки для развития и проживания болотной фауны и флоры.

Заболоченные территории, на которых формируются массивы торфяных грунтов, широко распространены как во многих регионах России (север Европейской части, Западная и Восточная Сибирь, Дальний Восток), так и в сопредельных странах, в т.ч. в Белоруссии (Полесье). Освоение заболоченных территорий на основе инженерно-геологических и инженерно-экологических изысканий может проводиться в нескольких вариантах [5]: 1) осушение торфяных массивов; 2) их удаление; 3) инженерная подготовка территории для конкретного вида строительства.

Массивы торфяных грунтов чаще всего являются составляющей болотных экосистем. В последних выделяются так называемые эколого-геологические системы (ЭГС) [20], литогенная основа которых представлена специфическим литотопом — массивами торфяных грунтов. При инженерно-экологических

изысканиях на таких массивах необходимо учитывать особенности данных ЭГС [17]. Однако эти вопросы остаются пока слабо разработанными и не отражаются в действующих нормативных документах, в т.ч. и в СП 502.1325800.2021. Поэтому целью настоящей статьи стал анализ особенностей инженерно-экологических изысканий на массивах торфяных грунтов, являющихся частью ЭГС.

Структура и систематика ЭГС массивов торфяных грунтов

Для анализа указанных особенностей изысканий предварительно необходимо проанализировать структуру и специфические черты ЭГС массивов торфяных грунтов.

Структура природных ЭГС массивов торфяных грунтов представлена на рис. 1. Она включает в себя два основных блока: 1) торфяной (или болотный) биотоп и 2) торфяной (болотный) биоценоз. Торфяной биотоп в свою очередь состоит из *литотона*, представляющего собой литогенную основу всей ЭГС и включающий в себя собственно мас-

сив торфяных грунтов, а также развитые в его пределах геохимические, геофизические и геодинамические поля и гидротоп, представленный болотными водами. Кроме того, в торфяной биотоп может входить также и торфяной (болотный) эдафотоп. Но в ряде случаев этот компонент ЭГС может отсутствовать, если почвообразовательный процесс еще не получил своего должного развития.

Следует подчеркнуть, что все указанные компоненты ЭГС массивов торфяных грунтов представляют собой единое целое и функционируют как система, поэтому их анализ необходимо проводить на основе системного подхода [9, 19]. При этом ведущая роль в формировании экологических функций такой ЭГС отводится ее литотопу — массиву торфяных грунтов.

Принято выделять три основных типа болот и соответствующих им торфяных массивов: верховых (олиготрофных), переходных (мезотрофных) и низинных (эвтрофных). Каждый из этих массивов обладает специфическим составом, строением и свойствами, а также развивающимися на них эдафотопами, микро-, фито- и зооценозами.

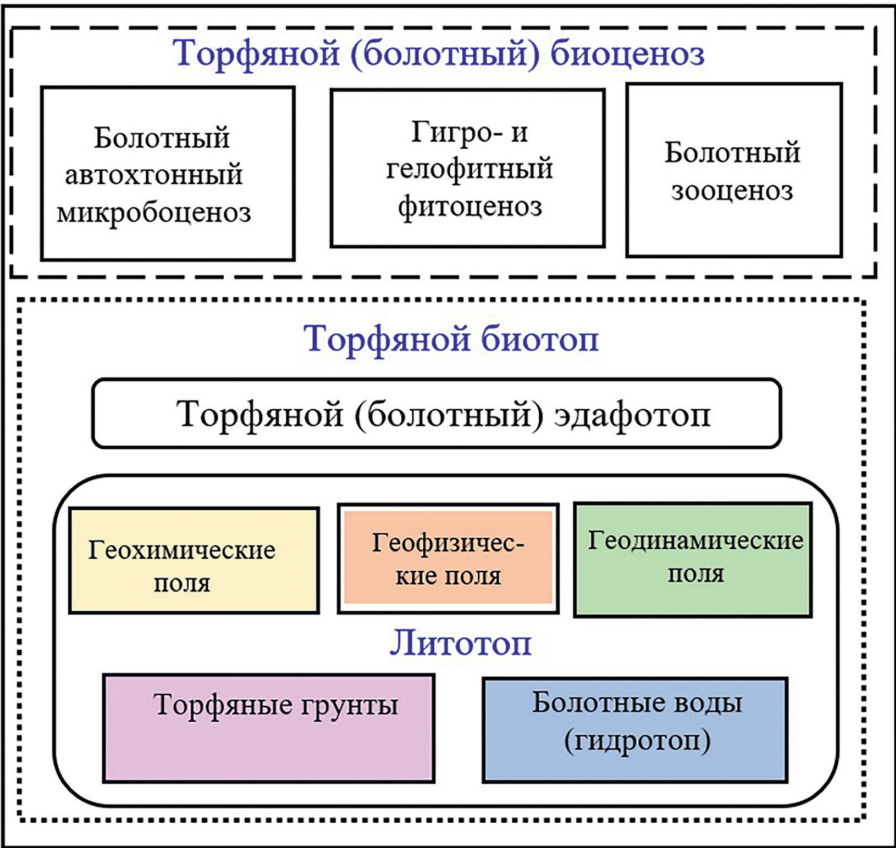


Рис. 1. Структура природной ЭГС массива торфяных грунтов
Fig. 1. Structure of the natural ecological-geological system of a peat soil massif

Таблица
Table

Систематика ЭГС массивов торфяных грунтов (по [17] с изменениями) Systematics of ecological-geological systems of peat soil massifs (modified from [17])					
Особенности абиотических компонентов литотопов	Особенности эдафотопов и биотических компонентов				Тип ЭГС
	эдафотоп (торфяные болотные почвы)	микробоценоз	фитоценоз	зооценоз	
1. Верховой торф (олиготрофный)	Болотно-торфяно-глеевый	Преимущественно аэробный	Гигрофитный, обедненный	Гигрофильный, обедненный	ЭГС олиготрофных торфяных массивов
	Болотно-верховой торфяной				
2. Переходный торф (мезотрофный)	Переходный	Смешанный (аэробно-анаэробный)	Смешанный	Смешанный	ЭГС мезотрофных торфяных массивов
3. Низинный торф (эвтрофный)	Низинный обедненный торфяно-глеевый	Преимущественно анаэробный	Гелофитный, обогащенный	Обладают большим разнообразием фауны по сравнению с верховыми болотами. На низинных болотах обитают виды с широким диапазоном толерантности к факторам среды	ЭГС эвтрофных торфяных массивов
	Низинный типичный торфяной				
	Низинный типичный торфяно-глеевый				
	Обедненный низинный торфяной				

С учетом основных особенностей ЭГС массивов торфяных грунтов была разработана их классификация (табл.), где основополагающим является выделение особенностей литотопа, как определяющей составляющей ЭГС.

Общие особенности ЭГС торфяных грунтов

Подробно рассмотрены особенности ЭГС, характерные для массивов торфяных грунтов и их компонентов, которые необходимо учитывать при инженерно-экологических изысканиях.

Во-первых, необходимо отметить широкое распространение торфяных грунтов как в России, так и в сопредельных странах. Например, ЭГС торфяных массивов на территории Белоруссии получили достаточно широкое и весьма неравномерное распространение — наиболее крупные их массивы находятся в пределах Полесской низменности и Центральнорезинской равнины, в восточных районах страны они встречаются реже и занимают относительно небольшую площадь. Их общая площадь составляет около 24 тыс. км² или около 11,5% всей территории страны. В основном они приурочены к поймам и пониженным участкам террас речных долин, озерно-аллювиальным и водноледниковым равнинам и низинам, а также крупным денудационным ложбинам и озерным котловинам [12]. Заболоченность в отдельных районах России превышает 90–95% территории. Всего же в стране площади массивов торфяных грунтов с мощностью торфа свыше 30 см составляют 1,39 млн км² или 8,1% территории РФ, а с мощностью торфа свыше 50 см — 975 тыс. км², или 5,7% территории [3].

Во-вторых, массивы торфяных грунтов характеризуются болотным генезисом и молодым (голоценовым) возрастом. Например, ЭГС торфяных массивов Белоруссии являются молодыми эколого-геологическими образованиями, их формирование началось в поозерское позднеледниковье и продолжалось в течение всего голоцена, когда определялся основной облик ландшафтов региона. На этом общем фоне здесь выделяется несколько этапов, когда заболачивание территории протекало особенно активно. Такие этапы обычно связываются с изменениями климата и в некоторой степени с тектоническими движениями. Выделяются две фазы интенсивного развития болот в Полесье: позднебореальная (преимущественно заторфование водоразделов) и атланти-

ческая (заторфование речных долин). На территории Белоруссии заметное увлажнение климата и, соответственно, активизация болотообразовательных процессов и торфонакопления происходили в бореальный, атлантический и суббореальный периоды. Эти процессы продолжают и сегодня несмотря на то, что практически на всех болотных массивах страны наблюдается уплотнение торфа. При этом скорость его накопления стала несколько ниже, чем в предыдущие периоды и изменяется от 0,3–0,5 мм/год на юге до 0,7–0,8 мм/год на севере республики [12]. Для ЭГС массивов торфяных грунтов на территории России отмечаются схожие закономерности, которые, однако, имеют свои специфические особенности в криолитозоне.

В-третьих, торфяные грунты характеризуются особым вещественным составом, строением и свойствами.

В-четвертых, эдафотопы в составе рассматриваемых ЭГС также специфичны: для верховых торфяных массивов — это болотно-торфяно-глеевые и болотно-верховые торфяные почвы; для мезотрофных торфяных массивов — переходные почвы; для низинных торфяных массивов — низинные обедненные торфяно-глеевые, низинные типичные торфяные, низинные типичные торфяно-глеевые и обедненные низинные торфяные почвы.

В-пятых, микробоценозы трех рассматриваемых типов массивов торфяных грунтов также имеют свои специфические особенности: для верховых характерны аэробные микробные сообщества, для переходных — смешанные, а для низинных — преимущественно анаэробные.

В-шестых, фитоценозы, развивающиеся на указанных трех типах массивов торфяных грунтов, также отличаются друг от друга: для верховых характерны преимущественно гигрофитные растительные сообщества, не требовательные к богатству питательных веществ, для переходных — смешанные, а для низинных — преимущественно гелофитные фитоценозы.

В-седьмых, зооценозы массивов торфяных грунтов, тесно связанные с соответствующими микробо- и фитоценозами, также приобрели характерные черты: для массивов верховых торфов характерны гигрофильные обедненные зооценозы, для мезофильных — смешанные, а для низинных торфов — наиболее богатые в видовом и количественном отношении зооценозы.

Учет особенностей ЭГС при инженерно-экологических изысканиях

Отмеченные характерные черты ЭГС массивов торфяных грунтов необходимо учитывать при проведении инженерно-экологических изысканий.

При исследовании *литотопа* состав, объемы, методы и методики выполнения отдельных видов работ и требования к их результатам обосновывают в программе инженерно-экологических изысканий в соответствии с пп. 4.18, 4.19, 8.1.10 СП 47.13330.2016 «Инженерные изыскания для строительства. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 11-02-96», СП 502.1325800.2021 и [10]. Торфяные грунты относятся к неблагоприятным в инженерно-геологическом отношении специфическим органоминеральным и органическим грунтам и подразделяются на разновидности по относительному содержанию органического вещества согласно таблицам Б.19 и Б.21 (по степени разложения торфа) ГОСТ 25100-2020 «Грунты. Классификация».

Изучение торфяных грунтов согласно СП 47.13330.2016 предполагает оценку таких особенностей, как 1) распространение и мощность органоминеральных и органических грунтов на участке проектируемого строительства; 2) вид торфа (низинный, верховой, переходный); 3) разновидности заторфованных грунтов, их состав и свойства; 4) источники обводнения грунтовой толщи; 5) местоположение выходов родников, наличие озер и сплавин; 6) общую тенденцию развития болот (деградацию или прогрессирующее заболачивание прилегающей территории); 7) состав и физико-механические свойства грунтов: для торфов и заторфованных грунтов — влажность и плотность в водонасыщенном состоянии, содержание органических веществ, степень разложения, ботанический состав торфов; 8) нормативные и расчетные значения прочностных и деформационных свойств торфов и заторфованных грунтов с учетом их возможного уплотнения, осушения и инженерной подготовки территории; 9) показатели консолидации и ползучести (при наличии требования в задании); 10) состав и свойства подстилающих и перекрывающих грунтов; 11) гидрогеологические условия и прогноз их изменения в пределах внешних гидродинамических границ; 12) рекомендации для принятия решений о сохранении указанных грунтов в качестве основания сооружения или

необходимости их удаления, замены или прорезки сваями на полную мощность; 13) рекомендации для принятия решений по инженерной подготовке площадки и благоустройству прилегающей территории.

Кроме того, изучается загрязнение торфяных грунтов и болотных вод (особенно на техногенно-освоенных территориях), а также радиационная обстановка, проводятся полевые газеохимические исследования торфов (состав и содержание биогазов в соответствии с п. 5.18 СП 502.1325800.2021), определяется воздействие опасных природных и природно-антропогенных процессов на экологическое состояние окружающей среды. В ходе маршрутных полевых исследований осуществляется экологическое опробование торфяных грунтов, поверхностных и подземных вод, которые затем дополняются лабораторными исследованиями проб, согласно п. 5.2 СП 502.1325800.2021.

При изучении вещественного (химико-минерального) состава торфов необходимо учитывать их особенности, характерные и различающиеся между собой для верховых, переходных и низинных торфов, приведенные на рис. 2. Данные по зольности типов торфов указывают на закономерное ее снижение при переходе от низинных типов торфа к верховым. Особое внимание уделяется оценке кислотности торфа, определяемой величиной pH, меняющейся в торфе верхового типа от 2,6 до 3,6, а в торфе низинного типа pH находится в пределах 2,8–7,4. В целом верховые более кислые, чем низинные, что обусловлено в основном различным содержанием в них гуминовых кислот. Гидрофобность торфа увеличивается от низинного к верховому типу. Эти различия существенно влияют на физико-химические процессы, происходящие в торфяных грунтах, и определяют проявление геохимической экологической функции данных ЭГС [4, 12, 16].

Физические и физико-механические свойства массивов торфяных грунтов также отличаются своеобразием, которое отмечалось во многих работах [2, 11, 13, 15, 18]. В эколого-геологическом отношении эти особенности определяют проявление геохимической экологической функции ЭГС массивов торфяных грунтов, а поэтому также важны при инженерно-экологических изысканиях. Оценка опасных геологических процессов проводится согласно п. 5.21 СП 502.1325800.2021.

С массивами торфяных грунтов связаны такие неблагоприятные экологические процессы, как *пожары*, которые могут возникать в силу естественных или антропогенных причин. Пожары на торфяных массивах наносят значительный ущерб экосистемам, приводят к гибели растений и животных, вызывают большую социальную напряженность, а воздействие задымленности от них простирается на огромные площади.

Пожарная опасность торфа зависит от его свойств: элементного и группового состава, влажности и др. Горючее вещество составляет почти 70% массы торфа. Присутствие в его составе легко окисляемых при низких температурах соединений может привести к самовозгоранию и пожару за счет самонагревания при микробиологических и химических процессах. Повышенная пожарная опасность торфа обусловлена также его пористой структурой, малой плотностью и наличием в составе до 40% кислорода, что позволяет развиваться процессам горения в скоплениях и залежах скрыто, практически без доступа воздуха, в т.ч. в глубине массива. При инженерно-экологических изысканиях необходима оценка пожароопасности торфяных массивов и выработка предложений по ее снижению.

При исследовании *эдафотона* ЭГС массивов торфяных грунтов состав, объемы, методы и методики выполнения отдельных видов работ и требования к их результатам обосновывают в соответствии с п. 5.11 СП 502.1325800.2021.

В ходе маршрутных наблюдений проводятся экологическое опробование почв, почвенные исследования и оценка загрязнения почв, дополняемые лабораторными исследованиями (изучаются типы почв и их распространение, степень и режим увлажнения, показатели химического и гранулометрического состава, строение профиля и др.) согласно п. 5.9 СП 502.1325800.2021.

При этом выявляются особенности почв, обусловленные различиями подстилающих их торфяных грунтов того или иного типа. Степень развитости почв на торфяных массивах и выраженности их генетических горизонтов может быть весьма различной: на современных молодых заболоченных территориях почвы вообще могут отсутствовать.

В актуальных нормативных документах по инженерно-экологическим изысканиям, включая СП 502.1325800.2021, изучение микробных сообществ, к сожалению, не регламентируется. Тем не менее *микробоценозы* ЭГС массивов

торфяных грунтов представляют собой их важнейший компонент [1, 7]. Поэтому при инженерно-экологических изысканиях и исследовании микробоценоза ЭГС массивов торфяных грунтов необходимо исходить из различий в видовом и количественном составе микробных сообществ, формирующихся в низинных, переходных или верховых торфах: в верховых торфах формируются более бедные микробоценозы преимущественно из аэробных микроорганизмов, а в низинных — более разнообразные и преимущественно анаэробные микробные сообщества. Кроме того, для всех торфов отмечается увеличение вниз по разрезу содержания анаэробных форм микроорганизмов, которое отличается в разных климатических зонах [8, 21].

В целом же массивы торфяных грунтов являются благоприятной средой для развития микробоценозов, которые отличаются специфическими чертами. Они влияют на состав, строение и свойства почв и подпочвенных грунтов, а также на взаимодействующие с ними фито- и зооценозы. С их участием осуществляются ресурсная, геохимическая и геодинамическая функции ЭГС массивов торфяных грунтов.

При исследовании *фитоценоза* ЭГС массивов торфяных грунтов следует руководствоваться п. 5.22 СП 502.1325800.2021, учитывая при этом особенности болотных растительных сообществ, представленных в общем случае древесной, кустарниковой, травяной и моховой (или мохово-лишайниковой) растительностью.

Видовой и количественный состав фитоценозов верховых, переходных и низинных торфяных массивов существенно различается, что также необходимо учитывать при инженерно-экологических исследованиях [6]. Так, например, на верховых торфах преобладают сфагновые мхи и растения-гигрофиты, а на низинных — зеленные мхи и растения-гелофиты, на переходных встречаются смешанные сообщества. В целом фитоценозы низинных торфяников более богаты в видовом отношении.

При исследовании *зооценоза* ЭГС массивов торфяных грунтов следует руководствоваться п. 5.23 в СП 502.1325800.2021 с учетом своеобразия состава болотных фаун беспозвоночных и позвоночных животных. В ходе полевых исследований выполняют: 1) инвентаризацию местобитаний животных в границах участка изысканий; 2) определение степени антропогенной трансформации биотопов

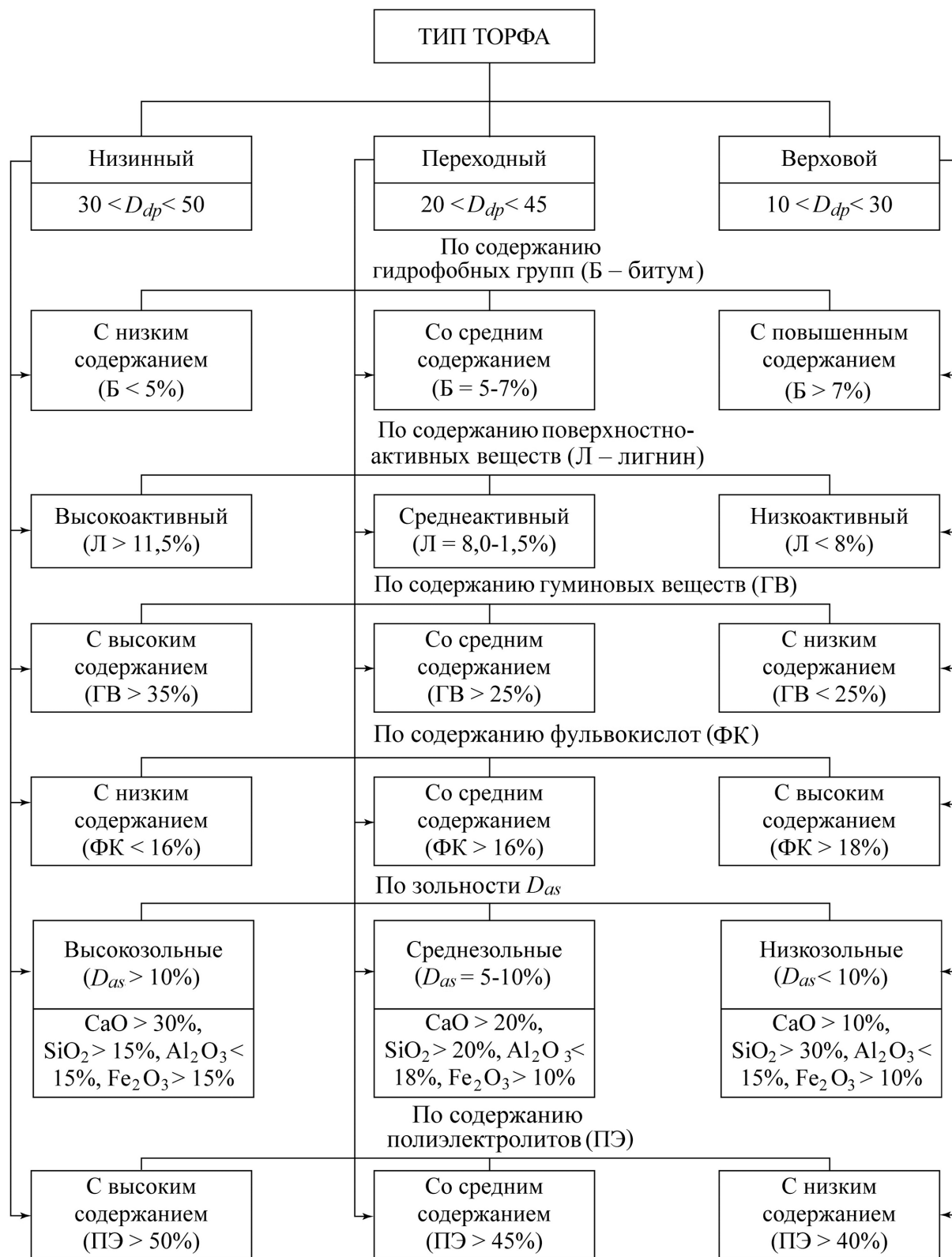


Рис. 2. Классификация торфа по вещественному составу (по [20] с изменениями). Обозначения: D_{dp} — степень разложения торфа
Fig. 2. Classification of peat by material composition (modified from [20]). Designations: D_{dp} — degree of peat decomposition

согласно п. 5.20.8 СП 502.1325800.2021; 3) определение пригодности среды для обитания животных (качество охотничьих угодий, рельеф, увлажнение, разнообразие и нарушенность растительных сообществ с точки зрения кормовых и защитных свойств);

4) выявление видового состава наземных болотных позвоночных (амфибий, рептилий, птиц, млекопитающих); 5) описание таксономического состава беспозвоночных — обитателей травостоя и почвенной макрофауны; 6) выявление редких и охраняе-

мых видов животных, занесенных в Красную книгу РФ, Красную книгу субъекта РФ и (или) охраняемых в соответствии с международными договорами РФ.

При этом необходимо иметь в виду, что видовое разнообразие как позвоноч-

ных, так и беспозвоночных животных отмечается больше на низинных торфяных массивах, чем на переходных или верховых. Максимальным видовым разнообразием отличаются фауны болотных беспозвоночных, особенно различных групп насекомых, многие из которых служат хорошими биоиндикаторами среды обитания. Другим важным вопросом при изучении болотных зооценозов является необходимость учета динамики как позвоночных, так и беспозвоночных животных [14].

Заключение

Выполненный анализ позволяет сделать следующие выводы:

1. Инженерно-экологические изыскания, проводимые на массивах торфяных грунтов, должны осуществляться с учетом специфических особенностей состава и структуры формирующихся на них ЭГС, их абиотических и биотических компонентов.

2. ЭГС, формирующиеся на массивах торфяных грунтов, и их компоненты обладают характерными особенностями, которые в основном обусловлены их специфическими литотопами, представленными различными торфяными грунтами.

3. При обновлении нормативных документов по инженерно-экологическим изысканиям, в частности СП 502.1325800.2021, необходимо внести дополнения об исследовании микробоценозов, поскольку микробные сообщества существенно влияют на все компоненты ЭГС и могут являться их надежными биоиндикаторами.

3. При обновлении нормативных документов по инженерно-экологическим изысканиям, в частности СП 502.1325800.2021, необходимо внести дополнения об исследовании микробоценозов, поскольку микробные сообщества существенно влияют на все компоненты ЭГС и могут являться их надежными биоиндикаторами.

Список литературы

1. Архипченко И.А., 2007. Микробиологические особенности торфяных субстратов. ГАВРИШ, № 2, с. 5–9.
2. Винокуров Ф.П., Тетеркин А.Е., Питерман М.А., 1962. Строительные свойства торфяных грунтов. Изд-во АН БССР, Минск.
3. Вомперский С.Э., Сирин А.А., Сальников А.А., Цыганова О.П., Валяева Н.А., 2011. Оценка площади болотных и заболоченных лесов России. Лесоведение, № 5, с. 3–11.
4. Генералова В.А., Жуховицкая А.Л., Ковалев В.А., Лукашев К.И., Хомич А.А., 1971. Геохимия озерно-болотного литогенеза, под ред. К.И. Лукашова. Наука и техника, Минск.
5. Дашко Р.Э., Карпенко А.Г., 2021. К вопросу о необходимости изучения влияния болот как биогеоценозов на изменение инженерно-геологических условий. Инженерная геология, Том XVI, № 2, с. 32–41, <https://doi.org/10.25296/1993-5056-2021-16-2-32-41>.
6. Зеленкевич Н.А., Груммо Д.Г., Созинов О.В., Галанина О.В., 2016. Флора и растительность верховых болот Беларуси, под ред. А.В. Пугачевского. СтройМедиаПроект, Минск.
7. Звягинцев Д.Г., Добровольская Т.Г., Головченко А.В., Зенова Г.М., Смагина М.В., 1991. Структура сапротрофного комплекса микроорганизмов в торфяниках. Микробиология, Том 60, № 6, с. 155–164.
8. Колешко О.И., 1982. Численность и видовой состав аммонифицирующих бактерий — показатели биологической активности торфяно-болотных почв. Вестник Белорусского государственного университета им. В.И. Ленина. Серия 2. Химия. Биология. География, № 1, с. 25–29.
9. Королев В.А., 2020. Методология научных исследований в инженерной геологии. СамПолиграфист, Москва.
10. Королев В.А., Трофимов В.Т., Харьковина М.А., Григорьева И.Ю., Родькина И.А., Шанина В.В., 2022. Роль эколого-геологических систем в составе инженерно-экологических изысканий. Инженерно-экологические изыскания — нормативно-правовая база, современные методы и оборудование, Материалы Общероссийской научно-практической конференции, Москва, 2022, с. 26–33.
11. Корчунов С.С., 1953. Исследование физико-механических свойств торфа. Труды Всесоюзного научно-исследовательского института торфяной промышленности, Вып. 12, с. 235.
12. Лыготин В.А., Савичев О.Г., Савичева О.Г., 2008. Эколого-геохимическое состояние ненарушенных болотных систем на территории Томской области (Западная Сибирь). Известия Томского политехнического университета, Том 313, № 1, с. 92–97.
13. Морарескул Н.Н., 1979. Основания и фундаменты в торфяных грунтах. Стройиздат, Ленинград.
14. Николаев В.И., 2006. Закономерности динамики сообществ наземных позвоночных торфяных болот Центральной России и стратегия их сохранения. Автореф. дис. ... докт. биол. наук, МГУ имени М.В. Ломоносова, Москва.
15. Пьявченко Н.И., 1985. Торфяные болота, их природное и хозяйственное значение. Наука, Москва.
16. Рассказов Н.М., 2005. Основные особенности химического состава болотных вод (на примере юго-восточной части Западной Сибири). Известия Томского политехнического университета, Том 4, с. 55–58.
17. Родькина И.А., Королев В.А., 2023. Особенности эколого-геологических систем массивов торфяных грунтов. Ломоносовские чтения — 2023, Секция Геология, подсекция Инженерная и экологическая геология, Москва, 2023, с. 15–16.
18. Рубинштейн А.Я., Канаев Ф.С., 1984. Инженерно-геологические изыскания для строительства на слабых грунтах. Стройиздат, Москва.
19. Трофимов В.Т., 2009. Эколого-геологическая система, ее типы и положение в структуре экосистемы. Вестник Московского университета. Серия 4. Геология, № 2, с. 48–52.
20. Хорошавин Л.Б., Медведев О.А., Беляков В.А., Михеева Е.В., Руднов В.С., Байтимирова Е.А., 2013. Торф: возгорание торфа, тушение торфяников и торфокомпозиты. Изд-во ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), Москва.
21. Сайт Зооинженерного факультета МСХА, 2022. Торф как среда обитания микроорганизмов. URL: <https://www.activestudy.info/torf-kak-sreda-obitaniya-mikroorganizmov/> (дата обращения: 02.05.2023).

References

1. Arkhipchenko I.A., 2007. Microbiological peculiarities of peat substrates. GAVRISH, No. 2, pp. 5–9. (in Russian)
2. Vinokurov F.P., Teterkin A.E., Piterman M.A., 1962. Construction properties of peat soils. Publishing house of the Academy of Sciences of the Belorussian SSR, Minsk. (in Russian)
3. Vompersky S.E., Sirin A.A., Salnikov A.A., Tsyganova O.P., Valyaeva N.A., 2011. Estimation of forest cover extent over peatlands and paludified shallow-peat lands in Russia. Lesovedenie, No. 5, pp. 3–11. (in Russian)
4. Generalova V.A., Zhukhovitskaya A.L., Kovalev V.A., Lukashev K.I., Khomich A.A., 1971. Geochemistry of lake-marsh lithogenesis, in K.I. Lukashov (ed.). Nauka i tekhnika, Minsk. (in Russian)
5. Dashko R.E., Karpenko A.G., 2021. Regarding the need to study the influence of bogs as biogeocenoses on the change of engineering-geological conditions. Engineering Geology World, Vol. XVI, No. 2, pp. 32–41, <https://doi.org/10.25296/1993-5056-2021-16-2-32-41>. (in Russian)
6. Zelenkevich N.A., Grummo D.G., Sozinov O.V., Galanina O.V., 2016. Flora and vegetation of raised bogs of Belarus, in A.V. Pugachevsky (ed.). StroyMediaProekt, Minsk. (in Russian)
7. Zvyagintsev D.G., Dobrovolskaya T.G., Golovchenko A.V., Zenova G.M., Smagina M.V., 1991. The structure of a saprotrophic microbial complex in the peat-bogs. Microbiologiya, Vol. 60, No. 6, pp. 155–164. (in Russian)
8. Koleshko O.I., 1982. The number and species composition of ammonifying bacteria are indicators of the biological activity of peat-bog soils. Vestnik Belorusskogo Gosudarstvennogo Universiteta im. V.I. Lenina. Seriya 2. Khimiya. Biologiya. Geografiya, No. 1, pp. 25–29. (in Russian)
9. Korolev V.A., 2020. Methodology of scientific research in engineering geology. SamPoligrafist, Moscow. (in Russian)
10. Korolev V.A., Trofimov V.T., Kharkina M.A., Grigorieva I.Yu., Rodkina I.A., Shanina V.V., 2022. Role of ecological-geological systems in the engineering-ecological surveys. Engineering-ecological surveys — regulatory framework, modern methods and equipment, Materials of the All-Russian scientific and practical Conference, Moscow, 2022, pp. 26–33. (in Russian)
11. Korchunov S.S., 1953. Study of the physical and mechanical properties of peat. Trudy Vsesoyuznogo Nauchno-Issledovatel'skogo Instituta Torfyanoy Promyshlennosti, Issue 12, p. 235. (in Russian)
12. Lgotin V.A., Savichev O.G., Savicheva O.G., 2008. Ecogeochemical condition of natural marsh systems in Tomsk oblast (Western Siberia). Bulletin of the Tomsk Polytechnic University, Vol. 313, No. 1, pp. 92–97. (in Russian)
13. Morareskul N.N., 1979. Bases and foundations in peat soils. Stroyizdat, Leningrad. (in Russian)
14. Nikolaev V.I., 2006. Patterns of dynamics of terrestrial vertebrate communities in peat bogs of Central Russia and strategy for their conservation. Extended abstract of DSc Thesis, Lomonosov Moscow State University, Moscow. (in Russian)
15. Pyavchenko N.I., 1985. Peat bogs, their natural and economic significance. Nauka, Moscow. (in Russian)
16. Rasskazov N.M., 2005. Basic features of chemical composition of swamp waters (a case of the south-eastern part of Western Siberia). Bulletin of the Tomsk Polytechnic University, Vol. 4, pp. 55–58. (in Russian)
17. Rodkina I.A., Korolev V.A., 2023. Features of ecological-geological systems of peat soil massifs. Lomonosov readings — 2023, Section Geology, subsection Engineering and Ecological Geology, Moscow, 2023, pp. 15–16. (in Russian)
18. Rubinshtein A.Ya., Kanaev F.S., 1984. Engineering-geological surveys for construction on soft soils. Stroyizdat, Moscow. (in Russian)
19. Trofimov V.T., 2009. Ecological-geological system, its types, and position in the structure of the ecosystem. Moscow University Bulletin. Series 4. Geology, No. 2, pp. 48–52. (in Russian)
20. Khoroshavin L.B., Medvedev O.A., Belyakov V.A., Mikheeva E.V., Rudnov V.S., Baitimirova E.A., 2013. Peat: peat fires, peatland extinguishing, and peat composites. Publishing house of the All-Russian Scientific Research Institute for Civil Defence and Emergencies of the EMERCOM of Russia (Federal Science and High Technology Center), Moscow. (in Russian)
21. The official site of the Zoological Engineering Faculty of the Moscow Agricultural Academy, 2022. Peat as a habitat for microorganisms. URL: <https://www.activestudy.info/torf-kak-sreda-obitaniya-mikroorganizmov/> (accessed: 2 May 2023). (in Russian)

Информация об авторах

КОРОЛЕВ ВЛАДИМИР АЛЕКСАНДРОВИЧ

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

ГАЛКИН АЛЕКСАНДР НИКОЛАЕВИЧ

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

Information about the authors

VLADIMIR A. KOROLEV

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

ALEXANDR N. GALKIN

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