

**13 КОМПЛЕКСНЫЙ МОНИТОРИНГ ТОРФЯНИКОВ****Введение**

КМТ представляет собой систему сбора данных регулярных наблюдений за состоянием торфяников, проводимых в рамках отдельных видов мониторинга НСМОС (земель (торфяной залежи), поверхностных вод, подземных (грунтовых (болотных)) вод, лесов, растительного мира (болотной растительности) и животного мира в границах торфяников) в целях накопления аналитической информации для оценки их экологического состояния и прогноза изменения под воздействием природных и антропогенных факторов. Он осуществляется научными организациями, подчиненными НАН Беларуси, совместно с заинтересованными государственными органами и иными организациями.

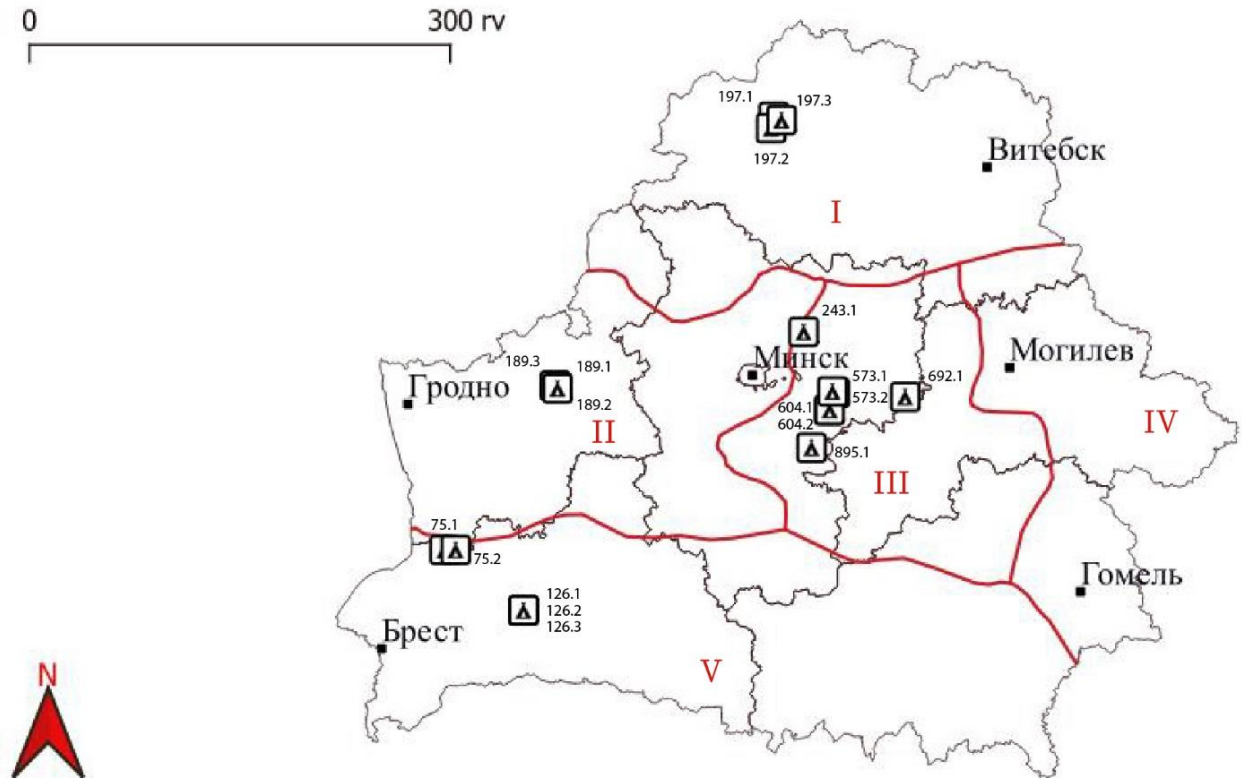
Экологическая информация, получаемая в процессе проведения КМТ, необходима для определения стратегии природопользования и принятия оперативных управленческих решений, направленных на обеспечение населения страны благоприятными условиями проживания, а также является основным инструментом для оценки эффективности программ, планов и проектов в природоохранной сфере и области природопользования, поэтому обеспечение непрерывного функционирования НСМОС – одно из приоритетных направлений экологической политики государства.

Из всего разнообразия природных экосистем лесные и болотные образуют каркас экологической устойчивости природной среды Республики Беларусь. Болота занимают особое положение между малым биологическим и великим геологическим круговоротами веществ (углерода, воды, кислорода и др.). Они выполняют важную регулирующую роль в водном режиме окружающей их территории: в засушливый период способны длительное время поддерживать уровень грунтовых вод на прилегающих суходольных территориях, озерах, малых реках, берущих свое начало в её границах, а торфяная залежь – в течение длительного периода удерживать большие запасы воды. Доминирующим антропогенным фактором, оказывающим воздействие на болото, является гидротехническая мелиорация, которая приводит к ослаблению или полной утрате гидрологической функции.

КМТ осуществляется Государственным научным учреждением «Институт природопользования НАН Беларуси».

Наблюдения проводятся с интервалом в 1-5 лет в зависимости от состояния, характера и степени негативного воздействия, природно-генетических особенностей объекта мониторинга и видов мониторинга. Периодичность наблюдений фиксируется в едином паспорте торфяника и может изменяться в зависимости от состояния объекта мониторинга.

В настоящее время сеть ПН КМТ состоит из шестнадцати КУ, расположенных на восьми торфяниках (рисунок 13.1), находящихся в естественном (участки верхового типа болота Ельня, Докудовское, Червенское и Рудянец, низинное болото Пещанка) и в восстановленном (участки верхового типа болота Ельня, Докудовское, Червенское, Копыш и Рудянец, участки низинного типа болота Гайно-Бродня, Ивановское) состояниях. На данных торфяниках ведутся следующие наблюдения: на 16 ПН – за состоянием торфяной залежи; на 16 ПН – за состоянием грунтовых вод; в 16 смотровых колодцах (скважинах) – за гидрохимическими характеристиками грунтовых вод; на 23 ПН – за гидрохимическими характеристиками поверхностных вод (рек, озер и осушительных каналов); на 48 ППП – за состоянием болотной растительности. В совокупности исследования проводятся на 119 ПН и ППП.



Торфяно-болотные области Беларуси [74, 75]: **I** – область верховых болот холмисто-озерных ландшафтов; **II** – область низинных болот западных конечно-моренных ландшафтов; **III** – область крупных верховых и низинных болот пологоволнистой абляционной равнины; **IV** – область небольших верховых и низинных болот в условиях широкого распространения лессовидных пород; **V** – область крупных низинных болот Полесья; 126.2 – номер ПН КМТ НСМОС

Рисунок 13.1 – Места расположения ПН КМТ НСМОС в Республике Беларусь на картосхеме торфяно-болотных областей Республики Беларусь, масштаб 1:5300000

В 2025 г. проведены наблюдения на трех ПН КМТ и 11 ПН в рамках мониторинга грунтовых вод. В систему объектов наблюдений вошли участки торфяников различных категорий нарушенности общей площадью около 24868 га. Исследования осуществлялись в рамках следующих видов мониторинга:

*мониторинга земель (торфяной залежи)* – наблюдения за общетехническими свойствами торфа в залежи: ботаническим составом, степенью разложения, зольностью, массовой долей влаги, органическим веществом, содержанием микроэлементов в торфе (меди *Cu*, никеля *Ni*, свинца *Pb*, хрома *Cr*, цинка *Zn* и марганца *Mn*), кислотностью на ПН с реестровыми номерами 50201.0040 и 50201.0050 (номера пунктов наблюдений, присвоенные Институтом природопользования НАН Беларуси, – 5.22.573.1 (далее – 573.1) и 5.22.573.2, где первая цифра соответствует коду административной области, вторая цифра – району, третья цифра – кадастровому номеру, четвертая цифра – порядковому номеру ПН) торфяника Рудянец; 50201.0090 (5.22.604.1) и 50201.0100 (5.22.604.2) торфяника Червенское; 50201.0130 (5.15.895.1) торфяника Копыш. Образцы торфа из торфяной залежи отбирались трехкратно на удалении не более 2 м от ПН КМТ;

*мониторинга грунтовых (болотных) вод* – наблюдения за параметрами уровней грунтовых вод, ПН 50201.0010 (2.11.197.1), 50201.0020 (2.11.197.2) и 50201.0030 (2.11.197.3) торфяника Ельня, ПН 50202.0010 (1.02.126.1), 50202.0020 (1.02.126.2) и 50202.0030 (1.02.126.3) торфяника Пещанка, 5.22.573.1, 5.22.573.2 торфяника Рудянец; 5.22.604.1 и 5.22.604.2 торфяника Червенское; 5.15.895.1 торфяника Копыш. ПН УГВ совпадают с ПН КМТ;

*гидрохимического мониторинга поверхностных и грунтовых (болотных) вод* – наблюдения за уровнем, температурой, химическим составом и физическими свойствами поверхностных вод в трех осушительных каналах в границе исследуемых торфяников Рудянец, Червенское, Копыш; а также грунтовых (болотных) вод в смотровых колодцах (скважинах) на ПН 5.22.573.1, 5.22.573.2, 5.22.604.1, 5.22.604.2, 5.15.895.1 торфяников Рудянец, Червенское и Копыш;

*мониторинга растительного мира (болотной растительности)* – наблюдения за болотными фитоценозами, микрорельефом и оценкой обводнённости на ПН 5.22.573.1, 5.22.573.2, 5.22.604.1, 5.22.604.2, 5.15.895.1 торфяников Рудянец, Червенское и Копыш.

### **Основной посыл и выводы**

Болота играют важную роль в поддержании социально-экономического баланса.

Во-первых, они выступают естественными фильтрами, очищая воду от загрязняющих веществ, тем самым способствуя улучшению качества водных ресурсов. Чистая вода необходима для сельского хозяйства, промышленности и удовлетворения потребностей населения, что, в свою очередь, непосредственно влияет на экономическую стабильность регионов.

Во-вторых, болота обладают высокой биологической продуктивностью, что обеспечивает условия для разнообразия флоры и фауны. Это создает возможности для устойчивого рыболовства и охоты, а также экотуризма, что способствует созданию новых рабочих мест и увеличивает доходы местных жителей. Развитие подобных отраслей также стимулирует местное производство и услуги, улучшая жизнь населенных пунктов, расположенных рядом с болотами.

При проведении КМТ в 2025 г. объектами наблюдения являлись торфяная залежь, поверхностные воды, грунтовые воды, болотная растительность на торфяниках верхового типа Рудянец, Червенское (Червенский р-н) и Копыш (Пуховичский р-н) Минской обл., расположенных в торфяно-болотной области *крупных верховых и низинных болот пологоволнистой абляционной равнины* [74, 75].

**Торфяник Рудянец** является сложной болотной системой верхового, переходного и низинного типов торфяной залежи, сформировавшейся в результате слияния первоначально изолированных, различающихся по природно-генетическим условиям, с отдельными генетическими центрами, и долгое время развивавшихся независимо друг от друга очагов болотообразования и торфонакопления, общей площадью в нулевых границах – 3104 га [76].

Исследуемый ключевой участок торфяника Рудянец – это отдельный болотный массив верхового типа более сложного строения, развивающийся из одного генетического центра (центра торфонакопления), с единым гидрологическим режимом на начальной стадии своего развития. В настоящее время он разделен на два участка, которые представляют собой территории, однородные по характеру растительного покрова, микрорельефу поверхности, общетехническим свойствам верхних слоев торфяной залежи, но имеющие различное водно-минеральное питание. Один участок находится в стадии восстановления благодаря реализованным мероприятиям экологической реабилитации, проведенным в 2016 г., второй – в естественном состоянии с сохранившейся фазой развития первичного очага заболачивания с устойчивыми общими чертами процессов болотообразования и формирования болотных фитоценозов верхового типа.

**Торфяник Червенское.** Его площадь в нулевых границах составляет 1124 га [77]. До осушения болото Червенское практически полностью было покрыто сосновым лесом. Возраст древостоев составлял 40-90 и более лет. Это было сосново-пушицево-кустарничково-сфагновое болото с преобладающей растительностью сфагнового и пушицево-сфагнового видов торфа. Торфяная залежь состоит из верхового (50 %) и переходного (50 %) типов торфа.

Мелиорация, проведенная в 1960-е гг. с целью повышения эффективности лесного хозяйства, оказала негативное воздействие на болотную экосистему. Понижение уровня грунтовых вод вызвало сокращение видового разнообразия и активизацию процессов минерализации торфяной залежи. Вся территория массива стала подвергаться частым низовым пожарам различной интенсивности. Особенно негативно осушение отразилось в северной части. В настоящее время этот участок представляет собой сильно подсушенное верховое болото с пониженным уровнем грунтовых вод и частично выгоревшей торфяной залежью. Оно более чем на 50 % представлено гарями с многочисленным сухостоем сосны и березы.

В январе 2008 г. были проведены мероприятия по повторному заболачиванию торфяника Червенское, однако восстановление экосистемы проходит крайне медленно. Уровень грунтовых вод на торфяном массиве был поднят с помощью строительства четырех подпорно-регулирующих сооружений на сбросном (магистральном) и транспортирующих (валовых) каналах.

**Торфяник Копыш.** Площадь торфяника в нулевых границах составляет 1182 га [77]. Торфяная залежь состоит из верхового (67 %), переходного (25 %) и низинного (8 %) типов торфа. Последствия нарушения гидрологического режима прослеживаются в северной части болота, которая многократно была повреждена пожарами разных лет. Южные участки болота характеризуются отсутствием осушительной сети, очаги старых пожаров наблюдаются лишь по периферии болотного массива.

В 2007 г. для сохранения и рационального использования ценных лесоболотных экологических систем, мест произрастания клюквы болотной, а также животных и растений, относящихся к видам, включенным в Красную книгу Республики Беларусь, здесь создан республиканский биологический заказник «Копыш» общей площадью 1182 га.

#### *Основные экологические угрозы*

**Торфяник Рудянец.** Восстановление нарушенной экосистемы торфяника Рудянец (КУ – Червень) способствовало созданию благоприятных условий для произрастания болотной растительности. Увеличились площади произрастания дикорастущих ягод (клюквы, голубики и др.), мохового яруса и среды обитания диких животных. Однако территорию восстанавливаемого верхового болота активнее стали использовать в период сбора ягод и охоты, что увеличивает риск возникновения пожаров антропогенной природы.

Повторное заболачивание было проведено без изъятия древесной и кустарниковой растительности. После поднятия уровней грунтовых вод сформировались неблагоприятные условия для произрастания древесного яруса (березы и сосны). В настоящее время вдоль каналов древесный ярус представлен сухостоем и валежником (рисунок 13.2). Во время сильных ветров происходит их падение, что создаёт опасность посещения этого участка болота людьми и повышенную пожароопасность, особенно в период аномально жаркого и засушливого лета.



Рисунок 13.2 – Сухостой и валежник березы вдоль магистрального канала на торфянике Рудянец

В результате КМТ на ПН за 2025 г. установлено, что химический состав грунтовых (болотных) вод торфяника Рудянец, опробованных скважинами, близок к природному геохимическому фону грунтовых (болотных) вод верховых болот Республики Беларусь [77, 78], а содержание химических компонентов в поверхностных водах (в канале) не превышает ПДК, установленных для поверхностных водных объектов [28], за исключением низкой величины рН – 3,8 при норме 6,5-8,5 [28]. Характеристики болотной растительности и общетехнические свойства торфа в торфяной залежи соответствуют верховому болоту, находящемуся в естественном состоянии. Грунтовые (болотные) воды характеризуются низкой минерализацией (35,4-5,6 мг/л), в анионном составе преобладают хлориды и сульфаты, в катионном – кальций и магний. Они также характеризуются низкой величиной рН (3,6-3,7) и высокой цветностью (1380-1405 градусов) вследствие высокого содержания растворенных органических веществ растительного происхождения (гуминовых и фульвовых кислот).

Исключение составили результаты исследования торфяной залежи на содержание микроэлементов в торфе на двух ПН торфяника Рудянец. Установлено превышение содержания свинца *Pb* в деятельном горизонте торфяной залежи на глубине 0-0,75 м относительно фоновых значений в почвах исследуемой территории [81], которое находится в диапазоне 8,4-12,6 мг/кг (фон=8,2 мг/кг). На КУ, сильно пострадавшем от пожара, на глубине 0-0,25 м содержание *Pb* достигает 17,6 мг/кг, что больше порогового значения (16,20 мг/кг). Это связано, прежде всего, со сгоранием органической массы и, вследствие этого, накоплением свинца в верхнем слое торфа.

Обнаружено также незначительное превышение содержания меди  $Cu$  (5,5 мг/кг) относительно фоновых значений (фон = 5,0 мг/кг) на ПН 573.1, что обусловлено биогенным накоплением элементов в растениях-торфообразователях.

**Торфяник Червенское.** На верховом болоте в 1970-е гг. была проложена система лесомелиоративных осушительных каналов для улучшения качества древесины. Отток воды происходил с центра болота в водоприемник – р. Волма с направлением течения с востока на запад. В результате уровень воды в болоте понизился до критических отметок – 0,3-0,9 м, что привело к исчезновению клюквы, изменению видового состава флоры и фауны. Кроме того, понижение уровней грунтовых вод явилось причиной крупнейших торфяных пожаров в 2002 г.

Проведенные в 2006 г. мероприятия экологической реабилитации стабилизировали ситуацию с уровнем грунтовых вод на менее нарушенных участках. За последние годы происходит зарастание мелких каналов сфагнумом, бровок каналов – пушицей. По берегам магистрального канала формируются сплавины, канал значительно сократился по ширине и глубине. На сильно нарушенном участке в северной части болота (рисунок 13.3) процесс восстановления проходит крайне медленно, сохраняются угрозы возникновения лесных пожаров.



Рисунок 13.3 – Нарушенный участок торфяника Червенское, медленно зарастающий после пожаров

В результате выполненного в 2025 г. анализа отобранных образцов проб грунтовых и поверхностных вод на гидрохимические показатели установлено, что химический состав

грунтовых (болотных) вод торфяника Червенское, опробованных скважинами, близок к природному геохимическому фону грунтовых (болотных) вод верховых болот Республики Беларусь [77, 78], а содержание химических компонентов в поверхностных водах (в каналах) не превышает ПДК, установленных для поверхностных водных объектов [28], за исключением низкой величины pH – 3,7 при норме 6,5-8,5 [28]. Характеристики болотной растительности и общетехнические свойства торфа в торфяной залежи свойственны верховому болоту в естественном состоянии. Грунтовые (болотные) воды характеризуются низкой минерализацией (27,06-41,09 мг/л), в анионном составе преобладают хлориды, в меньшей степени сульфаты и нитраты, в катионном составе – кальций, магний и натрий. Они также характеризуются низкой величиной pH (3,6-3,7) и очень высокой цветностью (1361-1854 градусов) вследствие высокого содержания растворенных органических веществ растительного происхождения (гуминовых и фульвовых кислот).

Исключение составили результаты исследования торфяной залежи на содержание микроэлементов в торфе на двух ПН торфяника Червенское. Зафиксировано превышение содержания *Pb* относительно фоновых значений на глубине 0-0,75 м в диапазоне 10,4-14,1 мг/кг (фон = 8,2 мг/кг [81]). На КУ, сильно пострадавшем от пожара, на глубине 0-1,0 м содержание *Pb* составляет 8,4-15,8 мг/кг. Это связано, прежде всего, со сгоранием органической массы и, вследствие этого, дополнительным накоплением свинца в верхнем слое торфа.

**Торфяник Копыш.** На верховом болоте, осушенном в 1960 – 1973 гг. и восстановленном в 2016 г., сохраняются угрозы лесных и торфяных пожаров, а также угрозы падения сухостоя.

На сильно нарушенном участке в северной и северо-восточной частях болота процесс восстановления проходит крайне медленно (рисунок 13.4). Бровки магистрального канала зарастают древесной лесной растительностью, картовые каналы – сфагнумом, их бровки – пушицей.



Рисунок 13.4 – Процессы восстановления болотной растительности на ПН КМТ торфяника Копыш

На южных участках болота отсутствует осушительная сеть, очаги старых пожаров наблюдаются по периферии болотного массива.

В результате КМТ на ПН за 2025 г. установлено, что химический состав грунтовых (болотных) вод торфяника Копыш, опробованных скважиной, близок к природному геохимическому фону грунтовых (болотных) вод верховых болот Республики Беларусь [77, 78], а содержание химических компонентов в поверхностных водах (в канале) не превышает ПДК, установленных для поверхностных водных объектов [28], за исключением низкой величины pH – 4,7 при норме 6,5-8,5 [28]. Характеристики болотной растительности и общетехнические свойства торфа в торфяной залежи свойственны верховому болоту в естественном состоянии. Грунтовые (болотные) воды характеризуются низкой минерализацией (28,73 мг/л), в анионном составе преобладают сульфаты, в катионном – кальций, магний и натрий. Они также характеризуются низкой величиной pH – 3,7 и очень высокой цветностью (1727 градусов) вследствие высокого содержания растворенных органических веществ растительного происхождения (гуминовых и фульвовых кислот).

Исключение составили результаты исследования торфяной залежи и почвы на содержание микроэлементов в торфе на двух ПН торфяника Копыш. Установлено превышение содержания *Pb* (8,8 мг/кг) относительно фоновых значений [81] исследуемой территории на глубине 0,5-0,75 м, а также на глубине 0-0,25 м – 10,0 мг/кг (фон = 8,2 мг/кг [81]). В верхнем пахотном слое прилегающей к торфянику территории содержание свинца составляет 10,6 мг/кг. Повышенное содержание *Pb* обусловлено биогенным накоплением элементов в растениях-торфообразователях и атмосферным антропогенным накоплением.

#### **Результаты наблюдений и оценка**

В 2025 г. проведено полевое обследование современного состояния торфяника Дикое (01.15.75), расположенного на севере Пружанского района Брестской области и на юге Свислочского района Гродненской области, в водосборах р. Ясельда и р. Нарев, на площади 9121 га и 8794 га соответственно территории Национального парка «Беловежская пушта». На данном торфянике организованы два ПН КМТ с отдельными видами мониторинга земель (торфяной залежи), поверхностных вод, подземных (грунтовых) вод и болотной растительности, также установлены датчики регистрации уровня грунтовых вод. Проведены полевые обследования на одиннадцати ПН, включенных в государственный реестр пунктов наблюдений Национальной системы мониторинга окружающей среды в Республике Беларусь, в рамках мониторинга грунтовых вод. На КУ торфяников Червенское, Рудянец, Копыш проведен КМТ по следующим видам: торфяной залежи, поверхностных вод, грунтовых (болотных) вод и болотной растительности.

**Торфяное месторождение Рудянец.** На торфянике Рудянец проанализировано состояние растительного мира (болотной растительности), торфяной залежи, подземных (болотных) вод, поверхностных вод на двух ПН КМТ.

**Состояние растительного мира (болотной растительности).** Болотная экосистема исследуемого торфяника Рудянец КУ Червень, расположенная в области крупных верховых и низинных болот пологоволнистой абляционной равнины Республики Беларусь, испытывала неблагоприятные воздействия антропогенного происхождения. Здесь неоднократно происходили сильные торфяные пожары, которые нарушили не только верхний слой, но и привели к выгоранию торфяной залежи деятельного горизонта. Последствия пожаров проявляются в виде прерывания естественного лесовозобновления, обеднения видового разнообразия флоры и фауны, а также образования открытых участков торфа, которые длительное время не зарастают и др. В 1970 – 1973 гг. в северной и северо-западной частях исследуемого торфяника была построена осушительная сеть каналов, расстояние между которыми – 300-500 м; в западной части – густая сеть осушителей, расстояние между которыми – 15-20 м. Участок, по-видимому, был подготовлен для добычи торфа, однако добыча не проводилась. Функционирование осушительной сети привело к деградации болотной и лесоболотной растительности.

Восстановить состояние торфяника в короткие сроки невозможно вследствие значительного антропогенного воздействия, однако можно восстановить его водно-минеральное питание на микроландшафтном уровне пространственной организации с возобновлением отдельных очагов болотообразования и торфонакопления за счет проведения мероприятий экологической реабилитации.

Исследуемый КУ Червень представляет собой отдельный болотный массив верхового типа более сложного строения, развивающийся из одного генетического центра (центра торфонакопления), с единым гидрологическим режимом на начальной стадии своего развития. В настоящее время он разделен на два участка и представляет собой территории, однородные по характеру растительного покрова, микрорельефу поверхности, общетехническим свойствам верхних слоев торфяной залежи, однако их водно-минеральное питание различно. Первый КУ (ПН 05.22.573.1) площадью 325,5 га находится в стадии восстановления благодаря реализованным мероприятиям экологической реабилитации, второй КУ (ПН 05.22.573.2) – в естественном состоянии с сохранившейся фазой развития первичного очага заболачивания с устойчивыми общими чертами процессов болотообразования и формирования болотных фитоценозов верхового типа. Площадь этого участка составляет 207,5 га.

В ПН 05.22.573.1 сформировавшиеся болотные фитоценозы не соответствуют ботаническому составу торфяной залежи, которая представлена верховым магелланикум-торфом со степенью разложения 5 %, влажностью 91 % и зольностью 6,1 %. Величина окислительно-восстановительного потенциала в корнеобитаемом слое колеблется от +152 мВ до +160 мВ, торф подстилается песком, водно-воздушный режим характеризуется достаточной аэрацией с преобладанием окислительных процессов. Кроме атмосферных осадков в питание вносят вклад поверхностно-сточные воды. Кислотность (рН) верхних слоев торфа на участке уменьшилась с 4,24 (до экологической реабилитации) до 3,5-3,7 (после). Данные условия соответствуют болоту в естественном состоянии. В результате возобновления болотообразовательного процесса интенсивно формируется верховой тип растительности. На участке исследования происходит замещение сосново-кустарничковых фитоценозов на сосново-сфагновые. Микрорельеф поверхности – кочковатый, обводненность – средняя.

Вдоль каналов сформировался березняк, из которого большая часть – сухостой и валежник. В составе древостоя до 40 % занимает береза пушистая *Bétula pubéscens*, возраст насаждения – 25 лет, сомкнутость – 0,6. В напочвенном покрове доминирует багульник *Ledum palustre* L., присутствуют вереск *Callúna vulgáris*, черника *Vaccínium myrtillus* и брусника *Vaccínium vitis-idaea*. Из трав изредка встречаются мелкоконтурные мочажины, зарастающие кустарничками и пушицей влагилищной *Eriophorum vaginatum*. Моховой покров занимает до 70-95 % площади: преобладают сфагновые мхи, среди которых пятнами произрастают политриховые мхи. В местах с густой сомкнутостью древостоя и на лесной дороге, расположенной в ПН 05.22.573.1, нередко пятнами встречаются плевроциум Шребера *Pleurozium schreberi*, дикран *Dicranum polysetum* Sw., политрихум сжатый *Polytrichum strictum*, данные мхи нехарактерны для болота верхового типа. Поднятие уровней грунтовых вод способствовало интенсивному зарастанию дороги кустарничками и пушицей влагилищной *Eriophorum vaginatum*, до восстановления здесь растительность вовсе отсутствовала.

ПН 05.22.573.2 представлен *сосняком кустарничково-сфагновым*. Рельеф поверхности бугристый, кочковатый. Гидротехническая мелиорация по периферии участка также сказалась на болотном фитоценозе, кустарничково-зеленомошно-сфагновые сообщества сформировались под воздействием осушения на месте кустарничково-пушицево-сфагновых. Микрорельеф-кочковатый, обводненность-средняя. В древесном ярусе доминирует сосна (представлены как обычная форма, так и болотная, главным образом *F. uliginosa*), примесь березы пушистой *Bétula pubéscens* – 10-30 %, высота деревьев – 3-10 м, сомкнутость крон – 0,5-0,8. Средний возраст древостоя – 55 лет, можно

выделить до 2-3 поколений деревьев сосны. В подросте – сосна, береза пушистая, единично – ель.

Покров травяно-кустарничкового яруса – от 45 % до 90 %. В кустарничковом ярусе доминирует багульник болотный *Ledum palustre* L. (покрытие 20-70 %), содоминант – голубика топяная *Vaccinium uliginosum* L., в меньшей мере встречается мирт болотный *Chamaedaphne calyculata* L., изредка брусника *Vaccinium vitis-idaea*, черника *Vaccinium myrtillus*. Покров клюквы *Oxycoccus palustris* очень незначительный (до 1 %), не более 10 % приходится на подбел многолистный *Andromeda polifolia* L.

В покрове травянистых преобладает пушица влагалищная *Eriophorum vaginatum* (покрытие 10-30 %), на участках с мелкими мочажинами встречается очеретник белый *Rhynchospora alba*, единично – осока топяная *Carex limosa*, росянка круглолистная *Drosera rotundifolia*. Моховой покров развит повсеместно, покрытие всегда более 90 %, сформирован преимущественно сфагновыми мхами.

**Состояние земель (торфяной залежи).** Торфяная залежь торфяника Рудянец состоит на 36 % из торфа верхового типа (степень разложения – 24 %, зольность – 3,3 %) и на 64 % – низинного (степень разложения – 37-40 %, зольность – 8,9-10,5 %).

В начальный период своего образования торфяной массив представлял собой два отдельных торфяных месторождения, принадлежащие к различным геоморфологическим группам: сточных котловин и пойменного залегания. В процессе своего развития эти месторождения слились воедино и стали представлять один торфяной массив. КУ расположен в южной части торфяного месторождения, процессы торфообразования происходили в условиях сточной котловины. На ранней стадии генезиса кроме атмосферных осадков сюда поступали воды со склонов самой впадины. Проточность вод была низкой. В результате с течением времени здесь образовались многочисленные мелководные водоемы и сильно увлажненные ложбины. Эти переувлажненные депрессии, иногда с выходом на поверхность грунтовых вод, стали местами развития моховых фитоценозов. Со временем здесь начал откладываться малоразложившийся моховой торф. Бедное минеральное питание, в основном атмосферных вод, обусловило уже на ранней стадии развития преимущественно олиготрофный характер процессов болотообразования. Наряду с этим происходил процесс заболачивания прилегающих участков в результате постоянного накопления избыточной влаги в поверхностных слоях почвы и постепенного смыкания отдельных болот, которые с течением времени образовывали один обширный массив.

ПН 05.22.573.1 и 05.22.573.2 представлены торфом верхового типа торфяной залежи (магелланикум-торф и комплексный верховой) (рисунки 13.5, 13.6). Торф отобран и проанализирован на глубину деятельного горизонта. Все общетехнические характеристики торфяной залежи характерны для болота в естественном состоянии, однако наблюдается заозеление торфяной залежи верхнего 0,25 м слоя на ПН 573.2 (зольность = 6,2 %), это прежде всего связано с пожарами.

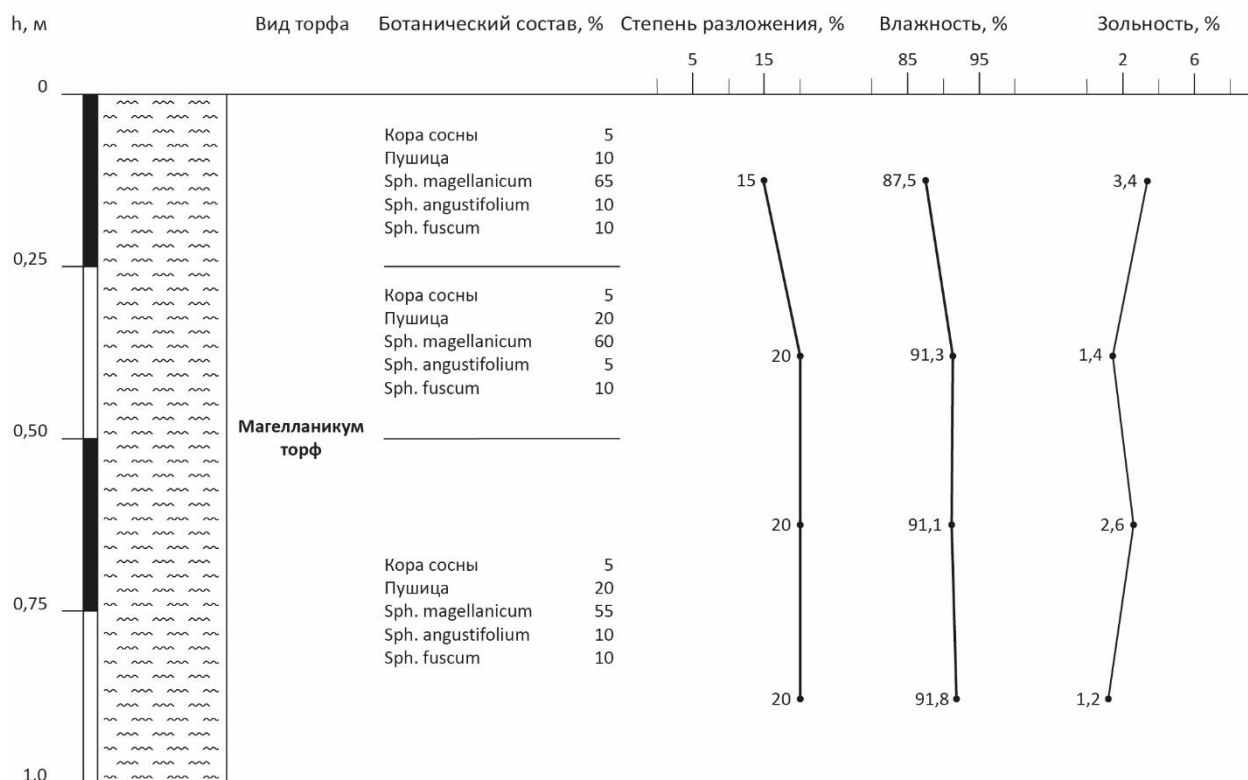


Рисунок 13.5 – Стратиграфическая колонка верхнего деятельного горизонта торфяной залежи ПН 05.22.573.1

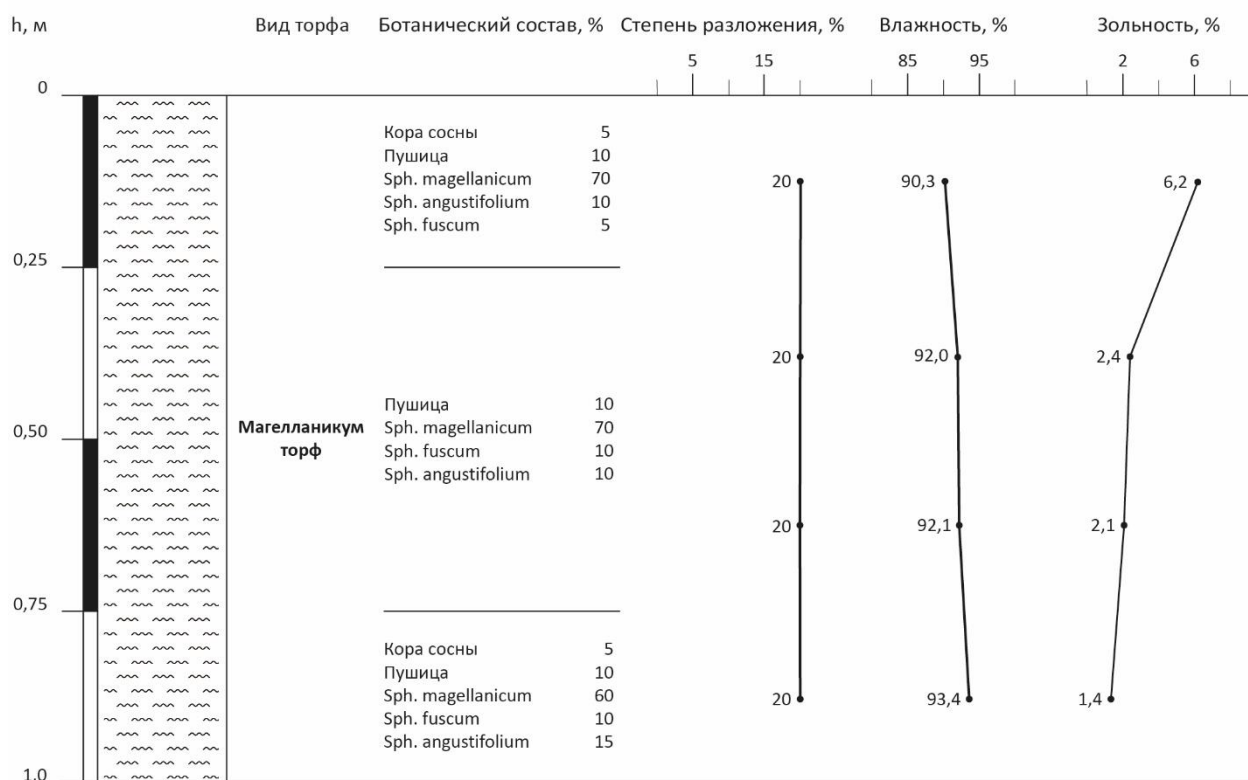


Рисунок 13.6 – Стратиграфическая колонка верхнего деятельного горизонта торфяной залежи ПН 05.22.573.2

Исследование торфяной залежи на содержание микроэлементов в торфе на двух ПН торфяника Рудянец (таблица 13.1) показало превышение содержания *Pb* относительно

фоновых значений исследуемой территории в деятельном горизонте торфяной залежи на глубине 0-0,75 м в диапазоне 8,4-9,8 мг/кг (при фоне 8,2 мг/кг).

Таблица 13.1 – Содержание микроэлементов в торфе на ПН торфяника Рудянец

| № п/п /<br>глубина<br>отбора торфа,<br>м | Медь Cu,<br>мг/кг | Никель Ni,<br>мг/кг | Свинец Pb,<br>мг/кг | Хром Cr,<br>мг/кг | Цинк Zn,<br>мг/кг | Марганец<br>Mn, мг/кг | Кадмий<br>Cd, мг/кг |
|------------------------------------------|-------------------|---------------------|---------------------|-------------------|-------------------|-----------------------|---------------------|
| ПДК*                                     | 33,00             | 20,0                | 32                  | 100,00            | 55,00             | 1500,00               | 0,50                |
| Фон*                                     | 5,00              | 4,8                 | 8,2                 | 4,30              | 19,60             | 205,00                | 0,37                |
| Пороговое<br>значение*                   | 12,85             | 9,8                 | 16,2                | 20,74             | 32,83             | 554,53                | 0,43                |
| ПН 05.22.573.1                           |                   |                     |                     |                   |                   |                       |                     |
| 1 (0–0,25)                               | 1,9               | 1,4                 | 12,6                | 1,30              | 14,3              | 16,9                  | 0,13                |
| 2 (0,25–0,50)                            | 1,1               | 0,8                 | 3,0                 | 0,45              | 5,7               | 5,0                   | 0,07                |
| 3 (0,50–0,75)                            | 5,5               | 1,3                 | 8,4                 | 1,08              | 10,6              | 13,6                  | 0,06                |
| 4 (0,75–1,00)                            | 1,4               | 1,1                 | 1,7                 | 0,48              | 7,8               | 6,0                   | 0,08                |
| ПН 05.22.573.2                           |                   |                     |                     |                   |                   |                       |                     |
| 5 (0–0,25)                               | 2,0               | 1,5                 | 17,6                | 1,60              | 14,2              | 14,0                  | 0,24                |
| 6 (0,25–0,50)                            | 1,3               | 1,2                 | 9,2                 | 0,83              | 7,7               | 10,0                  | 0,20                |
| 7 (0,50–0,75)                            | 3,0               | 1,0                 | 8,6                 | 0,60              | 8,0               | 4,7                   | 0,20                |
| 8 (0,75–1,00)                            | 1,2               | 1,0                 | 4,8                 | 0,48              | 7,6               | 14,5                  | 0,21                |

5,5 – выявленные превышения фоновых значений;

17,6 – выявленные превышения пороговых значений;

\* – ТКП 17.03-06-2019 (33140) Охрана окружающей среды и природопользование Земли. Порядок выполнения работ по дифференцированному нормированию содержания химических веществ в землях (включая почвы).

На КУ, сильно пострадавшем от пожара, содержание *Pb* достигает 17,6 мг/кг, что больше порогового значения (16,20 мг/кг). Это, прежде всего, связано со сгоранием органической массы с микроэлементами и, вследствие этого, накоплением ее в верхнем слое торфа.

Сохранившиеся в естественном и восстанавливаемом состояниях участки верхового типа торфяника Рудянец площадью около 533,0 га выполняют газорегуляторную функцию – ежегодно выводят (поглощают) из атмосферы около 71,62 тонн диоксида углерода и выделяют в атмосферу 291,57 тонн кислорода. Проведенные мероприятия экологической реабилитации способствовали накоплению в торфянике около 554,71 тыс. тонн углерода, а также 9915,88 тыс. тонн воды.

**Состояние подземных (грунтовых) вод.** Анализ основных параметров уровней грунтовых вод на КУ торфяника Рудянец, на котором в зимний период 2016 г. были проведены мероприятия по поднятию уровня воды в каналах, показал, что в ПН 05.22.573.1 среднемноголетний УГВ составил 0,09 м ниже поверхности земли, деятельный (активный) горизонт торфяной залежи – 0,50 м, амплитуда колебания – 0,58 м. На данном КУ прослеживается повышение среднегодовых УГВ в 2,4 раза (рисунок 13.7), уменьшение амплитуды колебаний уровней и уменьшение деятельного горизонта после проведения мероприятий экологической реабилитации.

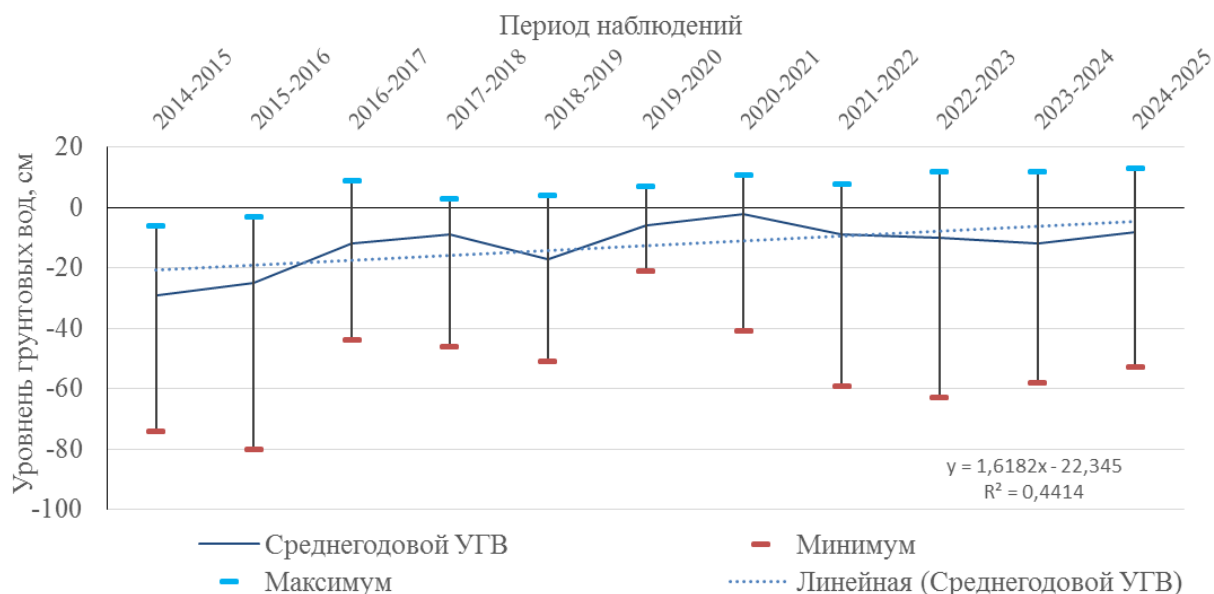


Рисунок 13.7 – Режим грунтовых вод в ПН 05.22.573.1 торфяника Рудянец

На КУ, находящемся в естественном состоянии, в ПН 05.22.573.2 среднегодулетний УГВ составил 0,16 м ниже поверхности земли, деятельный (активный) горизонт торфяной залежи – 0,34 м, амплитуда колебания – 0,34 м. Прослеживается уменьшение амплитуды колебаний (рисунок 13.8) после проведенных мероприятий экологической реабилитации в два раза.

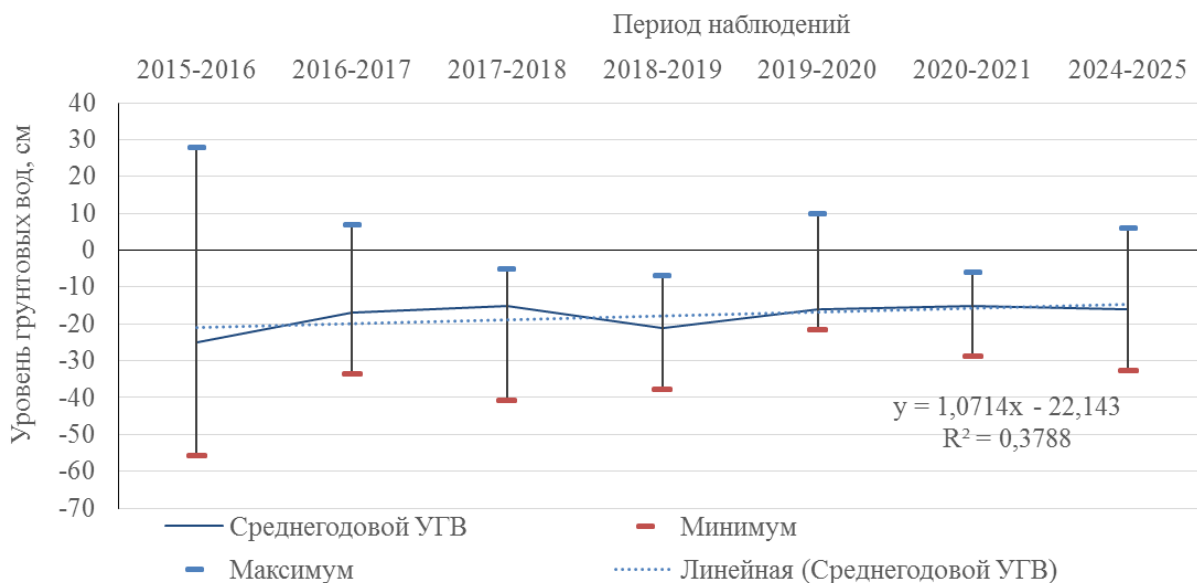


Рисунок 13.8 – Режим грунтовых вод в ПН 05.22.573.2 торфяника Рудянец

Сезонные колебания уровня грунтовых вод связаны с четырьмя главными физико-географическими факторами: климатом, рельефом поверхности, составом подстилающих пород и гидрогеологическим строением местности, а также современным состоянием (категорией торфяника) как участка, так и сопредельных территорий. Исследуемый гидрологический год характеризовался обилием осадков в летний период и минимальным поступлением в зимний и весенний периоды, а также отсутствием снежного покрова. Это привело к тому, что наблюдался подъем уровня грунтовых вод – *весенний и летний максимумы* (0,02-0,13 м выше поверхности земли).

Повышение температуры воздуха, а также развитие растительности и связанное с этим увеличение испарения и транспирации, обуславливало постепенное снижение уровня грунтовых вод на болоте, заканчивающееся *осенним минимумом* (0,25-0,53 м ниже поверхности земли, большее значение характерно для восстанавливаемого участка).

Понижение температуры с наступлением осени при наличии атмосферных осадков вызывает *осенний подъем грунтовых вод*. Медленный сток воды с болот в зимнее время при отсутствии пополнения с поверхности вызывает постепенное снижение уровня грунтовых вод в течение зимы, заканчивающееся *зимним минимумом* (0,13-0,24 м ниже поверхности земли).

Колебание уровней грунтовых вод в различных частях болота Рудянец характеризуется большой синхронностью, но годовая амплитуда и положение уровня относительно поверхности болота в разных ПН – не одинаковы. Для участка в нарушенном и восстанавливаемом состояниях характерно большее значение амплитуды колебаний УГВ – 0,58 м, для естественного участка – 0,34 м.

**Гидрохимический мониторинг поверхностных и грунтовых (болотных) вод.** В рамках мониторинга поверхностных и грунтовых (болотных) вод на торфянике Рудянец были проведены наблюдения за основными показателями их качественного состава (рН, окислительно-восстановительным потенциалом, содержанием основных анионов и катионов, общей минерализацией и др.) в смотровых колодцах (скважинах) на трех ПН КМТ болота Рудянец и в одном канале, расположенном в границах этого торфяника.

Анализ материалов гидрохимического мониторинга показывает, что на всех ПН в грунтовых (болотных) водах преобладает слабовосстановительная геохимическая обстановка. По данным наблюдений, выполненным в 2025 г., величина окислительно-восстановительного потенциала (Eh) этих вод составляет от +187 до +208 мВ. Воды кислые, величина рН 3,6-3,7, что соответствует болотам верхового типа, находящимся в естественном состоянии [77, 78]. Величина минерализации (по сумме ионов) составляет 37,8-56,3 мг/л, т.е. воды являются ультрапресными, что также характерно для верховых болот Республики Беларусь в естественном состоянии. Изученные воды характеризуются очень высокой цветностью, достигающей 1380,5-1404,9 градусов, это обусловлено высоким содержанием растворенных органических веществ растительного происхождения (гуминовых и фульвовых кислот).

Грунтовые (болотные) воды на ПН характеризуются катионным составом с преобладанием ионов кальция  $Ca^{2+}$  (6,0 мг/л), магния  $Mg^{2+}$  (2,43 мг/л), натрия  $Na^+$  (0,9-5,3 мг/л) и анионным составом с преобладанием хлоридов  $Cl^-$  (10,3-21,0 мг/л), сульфатов  $SO_4^{2-}$  (5,4-6,8 мг/л) и нитратов  $NO_3^-$  (9,4-9,7 мг/л).

Следует отметить, что наблюдаемое содержание ионов  $Cl^-$  (до 21 мг/л),  $NO_3^-$  (до 9,4-13,2 мг/л),  $Na^+$  (до 5,34 мг/л) и  $K^+$  (до 2,71 мг/л) превышает уровни природного геохимического фона в грунтовых (болотных) водах верховых болот Республики Беларусь [77, 78]. Это может рассматриваться в качестве признаков (следов) их небольшого антропогенного загрязнения [79], что соответствует экологическому статусу данного участка, который восстанавливается в рамках проведения здесь мероприятий экологической реабилитации. По ранее выполненным наблюдениям (в 2014 г.) содержание иона  $Cl^-$  в грунтовых (болотных) водах на этом участке достигало 24,5 мг/л, иона  $NH_4^+$  – 13,9 мг/л, иона  $PO_4^{3-}$  – 3,79 мг/л и иона  $K^+$  – 14,3 мг/л. В отношении содержания аммония ( $NH_4^+$ ), фосфат-иона ( $PO_4^{3-}$ ) и иона ( $K^+$ ) можно констатировать, что это были достаточно высокие уровни антропогенного загрязнения. К настоящему времени содержание всех контролируемых компонентов в грунтовых болотных водах на ПН в пределах торфяника Рудянец снизилось до уровней, близких к природному геохимическому фону грунтовых (болотных) вод болот верхового типа [77, 78], за исключением все еще повышенных содержаний нитрат-иона  $NO_3^-$  (9,4-9,7 мг/л) и хлор-иона  $Cl^-$  (10,3-21,0 мг/л).

Химический состав грунтовых (болотных) вод торфяника Рудянец может быть охарактеризован в виде формул М. Г. Курлова, в которых содержание каждого компонента приводится в % – эквивалентной форме. Для грунтовой воды в ПН 05.22.573.1 эта формула имеет вид:

$$M_{56,3} \frac{Cl 66 SO_4 17 NO_3 17}{Ca 38 Na 29 Mg 25 K 9} pH 3,7 T 14^0C \quad (13.1)$$

Данная формула имеет хлоридный магниевое-натриево-кальциевый состав. (Примечание. В соответствии с [80] в названиях сложных геохимических типов подземных вод анионы и катионы перечисляются в порядке увеличения их концентраций, выраженных в %–эквивалентной форме. При этом в названиях указываются те анионы и катионы, концентрации которых превышают 20 % – экв.).

Для грунтовых (болотных) вод в ПН 05.22.573.2 формула их химического состава имеет вид:

$$M_{37,8} \frac{Cl 52 NO_3 28 SO_4 20}{Ca 55 Mg 36 Na 8 K 1} pH 3,6 T 12^0C \quad (13.2)$$

Эта вода имеет сульфатно-нитратно-хлоридный магниевое-кальциевый состав. В ПН 05.22.573.3 грунтовая вода имеет уже нитратно-хлоридный магниевое-кальциевый состав, а её полный химический состав характеризуется следующей формулой:

$$M_{35,4} \frac{Cl 58 NO_3 42}{Ca 43 Mg 43 Na 10 K 4} pH 3,4 T 14^0C \quad (13.3)$$

Таким образом, грунтовые (болотные) воды торфяника Рудянец имеют достаточно сложный и весьма изменчивый химический состав, который, за исключением несколько повышенных содержаний ионов  $NO_3^-$  и  $Cl^-$ , соответствует составу грунтовых (болотных) вод верховых болот Республики Беларусь, находящихся в естественном состоянии [79, 80].

Поверхностные болотные воды на торфянике Рудянец были опробованы в старом мелиоративном канале, по химическому составу они близки к ранее описанным грунтовым (болотным) водам на этом торфянике. Они также являются слабоминерализованными (ультрапресными). Их общая минерализация (по сумме ионов) составляет 34,9 мг/л. Эти воды также характеризуются очень высокой цветностью – 570,7 градусов, которая, однако, существенно ниже, чем в грунтовых (болотных) водах, где она составляла 1380,5-1531,7 градусов. Воды из канала отличаются от грунтовых (болотных) вод более высокой величиной  $E_h$ , которая достигает здесь +325 мВ (в грунтовых (болотных) водах она составляла от +182 до +208 мВ). Это указывает на закономерно более окислительную геохимическую среду в поверхностных водах по сравнению с грунтовыми (болотными) водами.

Вследствие высокого содержания органических веществ растительного происхождения (гуминовых и фульвовых кислот) вода в канале является кислой ( $pH = 3,8$ ). По химическому составу она хлоридно магниевое-кальциевая. Её полный химический состав может быть охарактеризован следующей формулой М. Г. Курлова:

$$M_{34,9} \frac{Cl 84 NO_3 16}{Ca 38 Mg 38 NH_4 17 Na 5 K 2} pH 3,8 T 13^0C \quad (13.4)$$

**Торфяное месторождение Червенское.** Площадь болота Червенское в нулевых границах составляет 1447 га. Оно относится к области крупных верховых и низинных болот пологоволнистой абляционной равнины в Борисово-Глусском торфяном районе. Поверхность области характеризуется преобладанием сглаженных форм рельефа.

На торфяном месторождении Червенское проанализировано состояние растительного мира (болотной растительности), торфяной залежи, подземных вод, поверхностных вод на двух ПН КМТ.

Первый КУ (ПН 05.22.604.1) площадью 1041,0 га находится в естественном состоянии с сохранившейся фазой развития первичного очага заболачивания с устойчивыми общими чертами процессов болотообразования и формирования болотных фитоценозов верхового типа. Второй КУ (ПН 05.22.604.2) площадью 82,0 га находится в стадии восстановления благодаря реализованным мероприятиям экологической реабилитации.

**Состояние растительного мира (болотной растительности).** Поверхность болота в центральной части более выпуклая по сравнению с окрайками (на 2 м) за счет более высокой скорости накопления торфа в центральной части, чем на периферии. Возрастание кислотности среды не компенсировалось катионами атмосферных осадков, в результате чего образовалось выпуклое сосново-пушицево-кустарничково-сфагновое болото верхового типа. До осушения болото Червенское практически полностью было покрыто сосновым лесом. Возраст древостоев составлял 40-90 и более лет. Это было сосново-пушицево-кустарничково-сфагновое болото с преобладающей растительностью сфагнового и пушицево-сфагнового видов [78].

Осушение торфяника проводилось в 1960 – 1963 гг. в соответствии с проектом осушения болот и заболоченных земель в водосборе р. Волма, составленным РУП «Белгипроводхоз» в 1955 г.

В зимний период 2008 г. проведены мероприятия экологической реабилитации торфяника. Уровень грунтовых вод на торфяном массиве был поднят с помощью строительства четырех подпорно-регулирующих сооружений на сбросном (магистральном) и транспортирующих (валовых) каналах.

ПН 05.22.604.1 расположен на КУ болота, близком к естественному состоянию, на котором наблюдается положительная динамика в протекании процессов повторного заболачивания (рисунок 13.9). Микрорельеф поверхности – кочковатый, обводненность – высокая.

На данной ППП древесный ярус представлен сосной (*Pinus sylvestris*) (высота до 2,3 м, диаметр 5-10 см), не образуя сплошного яруса, площадь покрытия – 15-60 %.



Рисунок 13.9 – Современное состояние ПН 05.22.604.1 КУ в естественном состоянии торфяника Червенское

Вдоль осушительных каналов единично встречается береза (*Betula pendula*). Растительный покров описываемой площадки представлен подбелом, багульником болотным, клюквой, голубикой, пушицей влагалищной. В напочвенном покрове фон образуют сфагновые мхи. В микрорельефе часто встречаются кочки, покрытые сфагновыми, изредка гипновыми мхами.

Процент проективного покрытия кустарничкового яруса (100 %): подбела обыкновенного (*Andromeda polifolia*) – 30-40 %, голубики (*Vaccinium uliginosum*) – до 5 %, багульника (*Ledum palustre*) – 5–15 %; клюквы болотной (*Oxycoccus palustris*) – 45-60 %. Травяной ярус представлен пушицей влагалищной (*Eriophorum vaginatum*) – 30-40 %. В моховом ярусе доминирует *Sphagnum magellanicum*, формирующий кочки (средняя высота кочек 20-30 см), а также *Sphagnum fuscum* и *Sphagnum angustifolium*, покрывая поверхность сплошным ковром. На ПН единично встречается росянка круглолистная (*Drosera rotundifolia*).

ПН 05.22.604.2 расположен на сильно нарушенном участке в результате низового пожара (2001 г.), на котором почти полностью была уничтожена травяная и моховая растительность и серьезно поврежден древостой. Проведенные мероприятия по поднятию УГВ способствовали увеличению процента проективного покрытия типичных верховых видов болотной растительности (рисунок 13.10). Микрорельеф – кочковатый, размеры кочек 20-30 см. Обводненность – средняя.



Рисунок 13.10 – Современное состояние ПН 05.22.604.2 КУ торфяника Червенское

В настоящее время в древесном ярусе (60-80 %) доминируют: сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris*), площадь покрытия которой составляет 30-45 %; береза повислая (*Betula pendula*) – 35-70 %, ближе к каналу встречается осина обыкновенная (*Populus tremula*).

Кустарничковый ярус покрывает исследуемую ППП до 80 %: багульник (*Ledum palustre*) – 70-80 %; голубика – 35-50 %, до 5 % клюквы болотной (*Oxycoccus palustris*) встречается на кочках.

Травяной ярус отсутствует. В моховом ярусе доминируют гипновые мхи – 90-100 %, встречаются сфагновые мхи – 5-10 %. Единично встречаются черника (*Vaccinium myrtillus*) и брусника (*Vaccinium vitis-idaea*).

**Состояние земель (торфяной залежи).** В образовании торфяной залежи по данным материалов детальной разведки 1976 г., проведенной научно-исследовательским и проектным институтом «Белгипроторф», принимали участие 26 видов торфа: 12 верховых, 6 переходных и 8 низинных. Верховые виды торфа составляли 68,2 %, переходные – 10,5 %, низинные – 21,3 %. Наиболее распространенными видами являются: магелланикум-торф (42,7 %) и осоковый низинный (12,1 %). Другие виды торфа составляют до 5 %. Участки залежи верхового типа составляют 74,4 %, смешанного –

14,1 %, низинного – 11,5 %. На площади 919 га залегают виды торфа верхового типа малой степени разложения. Максимальная мощность залежи слаборазложившегося торфа достигает 3 м. Средняя глубина торфяной залежи месторождения до осушения составляла 2,47 м, наибольшая – 6,8 м. Средняя степень разложения торфа – 24 %, средняя зольность – 3,23 %; средняя естественная влажность торфяной залежи – 91,7 %, средняя пнистость – 1,5 %.

ПН 05.22.604.1 и 05.22.604.2 представлены торфом верхового типа торфяной залежи (магелланикум-торф и комплексный верховой) (рисунки 13.11, 13.12). Торф отобран и проанализирован на глубину деятельного горизонта. Все общетехнические характеристики торфяной залежи характерны для болота в естественном состоянии.

Сохранившийся в естественном состоянии участок и участок в восстанавливаемом состоянии верхового типа торфяника Червенское площадью около 1123 га выполняют газорегуляторную функцию – ежегодно выводят (поглощают) из атмосферы около 964,42 тонн диоксида углерода и выделяют в атмосферу 781,25 тонн кислорода. Проведенные мероприятия экологической реабилитации способствовали накоплению в торфянике около 760,88 тыс. тонн углерода, а также 26 572,98 тыс. тонн воды.

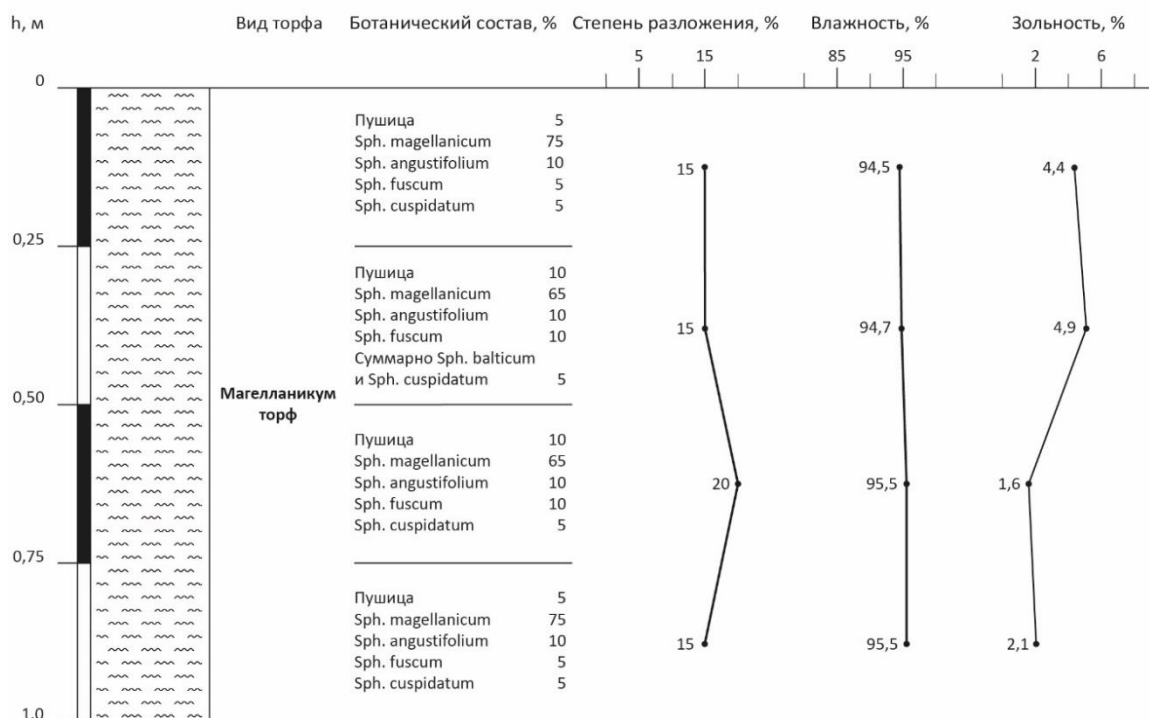


Рисунок 13.11 – Стратиграфическая колонка верхнего деятельного горизонта торфяной залежи ПН 05.22.604.1

Исследование торфяной залежи на содержание микроэлементов в торфе на двух ПН торфяника Червенское показало превышение содержания *Pb* относительно фоновых значений исследуемой территории в деятельном горизонте торфяной залежи (до 0,75 м) в диапазоне 8,4-15,8 мг/кг (при фоне 8,2 мг/кг) (таблица 13.2), большие значения характерны для верхнего слоя торфяной залежи и для участка, где ранее неоднократно был пожар.

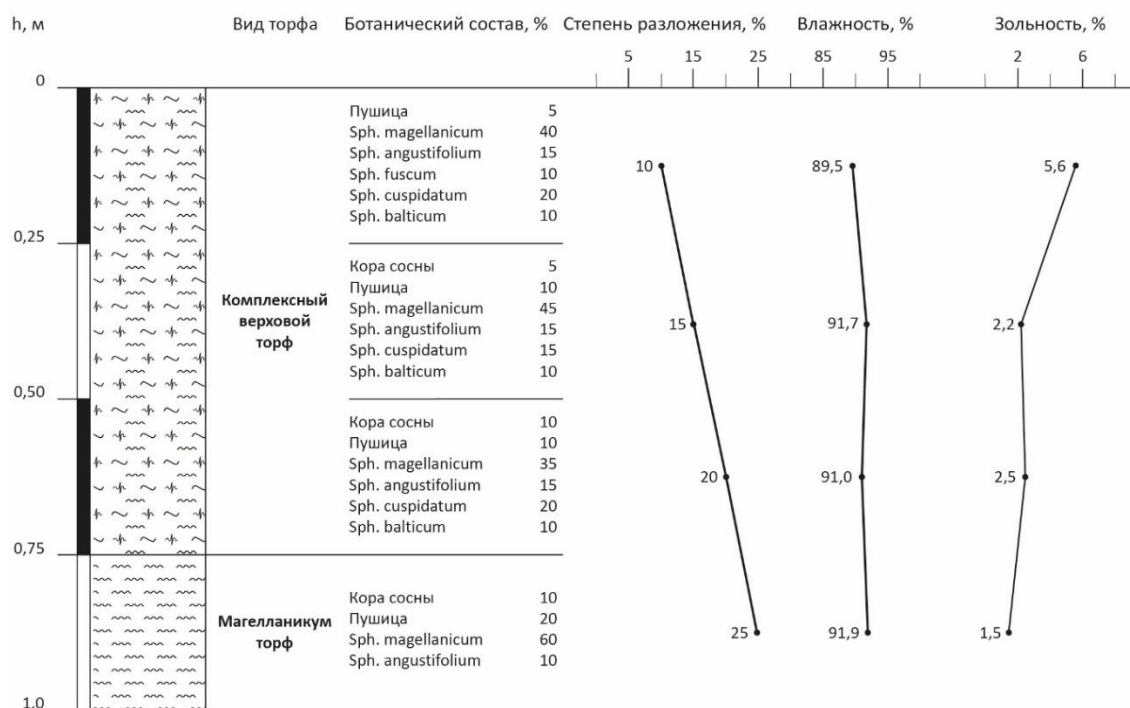


Рисунок 13.12 – Стратиграфическая колонка верхнего деятельного горизонта торфяной залежи ПН 05.22.604.2

Таблица 13.2 – Содержание микроэлементов в торфе на ПН торфяника Червенское

| № п/п /<br>глубина<br>отбора торфа,<br>м | Медь Cu,<br>мг/кг | Никель Ni,<br>мг/кг | Свинец Pb,<br>мг/кг | Хром Cr,<br>мг/кг | Цинк Zn,<br>мг/кг | Марганец<br>Mn, мг/кг | Кадмий<br>Cd, мг/кг |
|------------------------------------------|-------------------|---------------------|---------------------|-------------------|-------------------|-----------------------|---------------------|
| ПДК*                                     | 33,00             | 20,0                | 32                  | 100,00            | 55,00             | 1500,00               | 0,50                |
| Фон*                                     | 5,00              | 4,8                 | 8,2                 | 4,30              | 19,60             | 205,00                | 0,37                |
| Пороговое<br>значение*                   | 12,85             | 9,8                 | 16,2                | 20,74             | 32,83             | 554,53                | 0,43                |
| ПН 05.22.604.1                           |                   |                     |                     |                   |                   |                       |                     |
| 1 (0–0,25)                               | 1,5               | 1,3                 | 14,1                | 1,33              | 8,3               | 9,1                   | 0,26                |
| 2 (0,25–0,50)                            | 1,3               | 1,2                 | 11,1                | 0,79              | 7,5               | 14,2                  | 0,20                |
| 3 (0,50–0,75)                            | 1,5               | 1,1                 | 10,7                | 0,91              | 6,9               | 9,9                   | 0,16                |
| 4 (0,75–1,00)                            | 1,1               | 0,9                 | 5,7                 | 0,62              | 3,8               | 6,8                   | 0,07                |
| ПН 05.22.604.2                           |                   |                     |                     |                   |                   |                       |                     |
| 5 (0–0,25)                               | 2,0               | 1,9                 | 15,8                | 1,52              | 14,1              | 13,4                  | 0,26                |
| 6 (0,25–0,50)                            | 1,6               | 1,6                 | 11,5                | 1,29              | 17,8              | 27,1                  | 0,22                |
| 7 (0,50–0,75)                            | 1,3               | 0,8                 | 6,7                 | 0,69              | 15,0              | 8,4                   | 0,12                |
| 8 (0,75–1,00)                            | 1,2               | 1,0                 | 8,4                 | 0,78              | 10,5              | 12,2                  | 0,08                |

5,5 – выявленные превышения фоновых значений;

\* – ТКП 17.03-06-2019 (33140) Охрана окружающей среды и природопользование Земли. Порядок выполнения работ по дифференцированному нормированию содержания химических веществ в землях (включая почвы).

**Состояние подземных (грунтовых) вод.** Анализ основных параметров уровней грунтовых вод (таблица 13.3) показал, что в ПН 05.22.604.1 средний годовой УГВ составил 0,10 м ниже поверхности земли, деятельный (активный) горизонт торфяной залежи – 0,31 м, амплитуда колебания – 0,21 м. Режим уровней грунтовых вод на данном ключевом участке соответствует развитию болота в естественном состоянии. В соответствии с третьей фазой развития болота верхового типа сформировался мохово-травяной микроландшафт.

Процессы на сильно нарушенном участке в результате пожаров с серьезным повреждением древостоя и не восстановленным до настоящего времени моховым ярусом в ПН 05.22.604.2 подтверждаются значительно отличающимся режимом грунтовых вод. Прежде всего это отразилось на среднем УГВ, который составил 0,21 м ниже поверхности земли; деятельный (активный) горизонт торфяной залежи – 0,60 м, годовая амплитуда колебания – 0,52 м. Процессы восстановления проходят крайне медленно.

Таблица 13.3 – Основные параметры уровней грунтовых вод торфяника Червенское

| Параметры              | ПН 05.22.604.1 | ПН 05.22.604.2 |
|------------------------|----------------|----------------|
| Средний годовой УГВ, м | -0,10          | -0,21          |
| Минимум, м             | -0,31          | -0,60          |
| Максимум, м            | 0,10           | -0,10          |
| Амплитуда колебания, м | 0,21           | 0,52           |

**Гидрохимический мониторинг поверхностных и грунтовых (болотных) вод.** В рамках мониторинга поверхностных и грунтовых (болотных) вод торфяника Червенское были проведены наблюдения за основными показателями их качественного состава (рН, окислительно-восстановительным потенциалом, содержанием основных анионов и катионов, общей минерализацией и др.) в смотровых колодцах (скважинах) двух ПН КМТ болота Червенское и в канале, расположенном в границах этого торфяника.

По результатам измерения окислительно-восстановительного потенциала (Еh) геохимическая среда грунтовых (болотных) вод может быть охарактеризована как слабовосстановительная. Величина Еh в ПН 05.22.604.1 составляет +239 мВ и +199 мВ в ПН 05.22.604.02. Величина минерализации (по сумме ионов) не превышает 41,1-56,8 мг/л, т.е. воды являются ультрапресными, что характерно для грунтовых (болотных) вод верховых болот Республики Беларусь [77, 78]. Изученные воды характеризуются очень высокой цветностью, достигающей 1361,0-1853,7 градусов, что обусловлено высоким содержанием в них растворенных органических веществ растительного происхождения (гуминовых и фульвовых кислот). Вследствие этого воды являются кислыми. Величина их рН составляет 3,6-3,7, что также характерно для грунтовых (болотных) вод верховых болот.

Грунтовые воды на пунктах наблюдения характеризуются катионным составом с преобладанием ионов кальция  $Ca^{2+}$  (4,01-8,1 мг/л), натрия  $Na^{+}$  (4,4-6,4 мг/л) и магния  $Mg^{2+}$  (2,43 мг/л) и анионным составом с преобладанием хлоридов (13,7-21,0 мг/л), сульфатов  $SO_4^{2-}$  (4,42-6,42 мг/л) и нитратов  $NO_3^{-}$  (9,3-9,5 мг/л). Следует отметить, что наблюдаемые содержания ионов  $Cl^{-}$ ,  $NO_3^{-}$  и  $Na^{+}$  несколько превышают уровни природного геохимического фона в грунтовых водах верховых болот Республики Беларусь, находящихся в естественных условиях. Это можно рассматривать в качестве признаков (следов) небольшого антропогенного загрязнения вод, что соответствует экологическому статусу данного торфяника, который восстанавливается в рамках мероприятий экологической реабилитации 2008 г.

Химический состав болотных (грунтовых) вод торфяника Червенское может быть охарактеризован в виде формул М. Г. Курлова. Для грунтовых вод в ПН 05.22.604.1 такая формула имеет вид:

$$M_{56,8} \frac{Cl\ 64NO_3\ 16SO_4\ 14HCO_3}{Ca\ 46\ Na\ 31\ Mg\ 22K\ 1} pH\ 3,6\ T\ 15^{\circ}C \quad (13.5)$$

Данная вода имеет хлоридный магниевый-натриево-кальциевый состав.

Для грунтовых (болотных) вод в ПН 05.22.604.2 формула их химического состава имеет вид:

$$M_{41,1} \frac{Cl\ 55NO_3\ 23SO_4\ 14HCO_3}{Ca\ 33\ Mg\ 33\ Na\ 31K\ 3} pH\ 3,7\ T\ 11^{\circ}C \quad (13.6)$$

Эта вода имеет уже нитратно-хлоридный натриево-магниевый-кальциевый состав.

Таким образом, грунтовые (болотные) воды торфяника Червенское имеют достаточно сложный и изменчивый химический состав, который, за исключением несколько повышенных содержания ионов  $Cl^-$ ,  $NO_3^-$  и  $Na^+$ , соответствуют составу грунтовых (болотных) вод верховых болот Республики Беларусь, находящихся в естественном состоянии [77, 78].

Поверхностные болотные воды на торфянике Червенское были опробованы в старом мелиоративном канале. По химическому составу они очень близки к ранее описанным грунтовым (болотным) водам на этом торфянике. Они также являются слабоминерализованными (ультрапресными). Их общая минерализация (по сумме ионов) составляет 27,1 мг/л. Эти воды также характеризуются очень высокой цветностью – 1375,6 градусов, которая обуславливается высоким содержанием растворенных органических веществ растительного происхождения (гуминовых и фульвовых кислот). Помимо высокой цветности они формируют и кислую геохимическую среду в этих водах. Их величина pH составляет 3,7. Полный химический состав этих вод может быть охарактеризован следующей формулой М.Г.Курлова:

$$M_{27,1} \frac{NO_3 42 Cl 31 SO_4 16 HCO_3 11}{Ca 41 Mg 41 Na 4 K 4} pH 3,7 T 15^0C \quad (13.7)$$

**Торфяное месторождение Копыш.** На торфяном месторождении Копыш проанализировано состояние растительного мира (болотной растительности), торфяной залежи, подземных вод, поверхностных вод на одном ПН КМТ. Площадь болота Копыш в нулевых границах составляет 1182 га, включая участок сельскохозяйственного использования. Исследуемый КУ – 982 га, на котором организован КМТ. Он относится к области крупных верховых и низинных болот пологоволнистой абляционной равнины.

**Состояние растительного мира (болотной растительности).** На торфянике преобладает болото верхового типа (открытое, с редким древостоем сосны, сосновыми лесами). Болотный массив из-за осушения и пожаров условно можно разделить на два участка: северный представляет осушенную территорию и восстанавливаемую после проведения мероприятий экологической реабилитации в 2015 г., на которой заложена ППП, прорезанную сетью каналов и многократно поврежденную пожарами; на южном участке, на котором осушительная сеть отсутствует, следы очень старых пожаров прослеживаются только по периферии болотного массива и на границе с северным участком. Часть территории покрыта лесами: мелколиственными естественными и мелиоративно-производными на низинных болотах, сосновыми на переходных болотах, хвойными, широколиственными и мелколиственными на минеральных почвах различной степени увлажнения как вне зоны влияния осушения, так и на мелиорированных [28].

На ППП на восстанавливаемом КУ (ПН 05.15.895.1) (рисунок 13.13) торфяника Копыш преобладают *сосняки кустарничково-пушицево-сфагновые*. Для сообщества характерно наличие двух эдификаторных ярусов – древесного и мохового (на горях древесный ярус сильно поврежден, местами полностью погиб). В составе древостоя слабонарушенных сообществ господствует сосна (*f. litwinowii*, *f. uliginosa*), площадь покрытия – 55-60 %. Березой пушистой занято до 35 %, но меньшего возраста, чем сохранившегося древостоя сосны. Возраст деревьев сосны – 30-90 лет, отдельных деревьев – более 100 лет. В напочвенном покрове значительно участие кустарничков (мирт, багульник, голубика, иногда брусника *Vaccinium vitis-idaea*), прослеживается увеличение площади покрытия клюквой. Пушица не имеет сплошного распространения, произрастает пятнами по западинам и кустарничково-сфагновым межкочьям, достигая 15 % покрытия. Моховой ярус представлен гипновыми мхами, площадь покрытия около 30 %. Данный КУ выбран в качестве индикатора, характеризующего процесс восстановления болотных фитоценозов. Микрорельеф характеризуется кочковатостью, размеры кочек 20-30 см. Степень обводненности – средняя.



Рисунок 13.13 – Современное состояние ПН 05.15.895.1 КУ в естественном состоянии торфяника Копыш

**Состояние земель (торфяной залежи).** Торфяное месторождение Копыш расположено в Пуховичском районе Минской области (по кадастровому справочнику торфяного фонда 1979 г. издания – № 895). Площадь торфяного месторождения Копыш составляет в нулевых границах 1182 га, в границах промышленной залежи – 954 га, средняя глубина торфяной залежи – 2,33 м, максимальная – 5,30 м. Первоначальные запасы составляли 22228 тыс. м<sup>3</sup> или 3025 тыс. т, оставшиеся геологические запасы – 2810 тыс. т. Торфяная залежь состоит из верхового – 67 % (степень разложения – 20 %, зольность – 5,08 %), переходного – 25 % (степень разложения – 27 %, зольность – 6,02 %) и низинного – 8 % (степень разложения – 29 %, зольность – 6,07 %) типов торфа. Осушено дренажем 80 га, земли лесхоза не осушены. Ранее на торфянике добывался торф.

Согласно [76], торфяное месторождение Копыш входит в состав фонда болот (участков болот), подлежащих особой и (или специальной) охране. В целях сохранения и рационального использования ценных лесоболотных экологических систем, мест произрастания клюквы болотной, а также диких животных и дикорастущих растений, относящихся к видам, включенным в Красную книгу Республики Беларусь, Совет Министров Республики Беларусь [69] объявил в Пуховичском районе Минской области республиканский биологический заказник «Копыш». Он расположен на землях лесного фонда Блужского лесничества государственного лесохозяйственного учреждения «Пуховичский лесхоз» и занимает площадь 1222,0 га. Данный заказник находится в управлении Пуховичского райисполкома.

Конфигурация торфяного месторождения Копыш овальная, вытянутая с северо-востока на юго-запад. Поверхность торфяника относительно ровная и незначительно возвышается в юго-восточной части. Торфяная залежь месторождения сложена преимущественно верховыми и переходными торфами, в северо-западной части болота образовывался низинный торф. Подстилающий грунт песчаный.

По условиям залегания в зависимости от элементов рельефа торфяное месторождение Копыш относится к торфяным месторождениям водораздельного залегания пологоволнистых абляционных равнин. Согласно материалам рекогносцировочной разведки болота Копыш здесь по характеру строения торфяной залежи выделено три стратиграфических участка: переходный топяной, смешанный топяной и магелланикум верховой типы торфяной залежи.

Постоянное избыточное увлажнение паводковыми и грунтовыми водами, наносы с окружающих суходолов растворенных минеральных солей создали предпосылки для заболачивания поймы и постепенного накопления торфа. Первичными очагами заболачивания на болоте Копыш стали понижения рельефа в северо-западной части массива. Торфообразование происходило в условиях богатого водно-минерального питания за счет активной разгрузки грунтовых вод и поверхностного стока с прилегающих суходолов. Большая площадь водосбора способствовала образованию торфа низинного типа, вследствие чего отложился древесно-сфагновый и древесно-тростниковый низинный торф малой мощности (до 0,5 м) и высокой степени разложения (30-50 %). С ростом залежи и изменением водно-минерального питания низинный тип торфа сменялся осоковым, осоково-гипновым, сфагновым переходными видами торфа. Как только рельеф приобрел выпуклую форму, на территории болота начал откладываться сфагновый, пушице-сфагновый и комплексный торф верхового типа мощностью до 3,0 м и слабой степени разложения (5-15 %).

ПН 05.15.895.1 представлен торфом верхового типа торфяной залежи (магелланикум-торф и комплексный верховой) (рисунок 13.14). Торф отобран и проанализирован на глубину деятельного горизонта. Все общетехнические характеристики торфяной залежи характерны для болота в естественном состоянии с незначительным повышением зольности в верхнем 0,25 м слое, связанным с торфяным пожаром прошлых лет на исследуемом ключевом участке.

Сохранившиеся в естественном и восстанавливаемом состояниях участки верхового типа торфяника Копыш площадью около 982 га выполняют газорегуляторную функцию – ежегодно выводят (поглощают) из атмосферы около 965,75 тонн диоксида углерода и выделяют в атмосферу 687,40 тонн кислорода. Проведенные мероприятия экологической реабилитации способствовали накоплению в торфянике около 700,92 тыс. тонн углерода, а также 21 225,19 тыс. тонн воды.

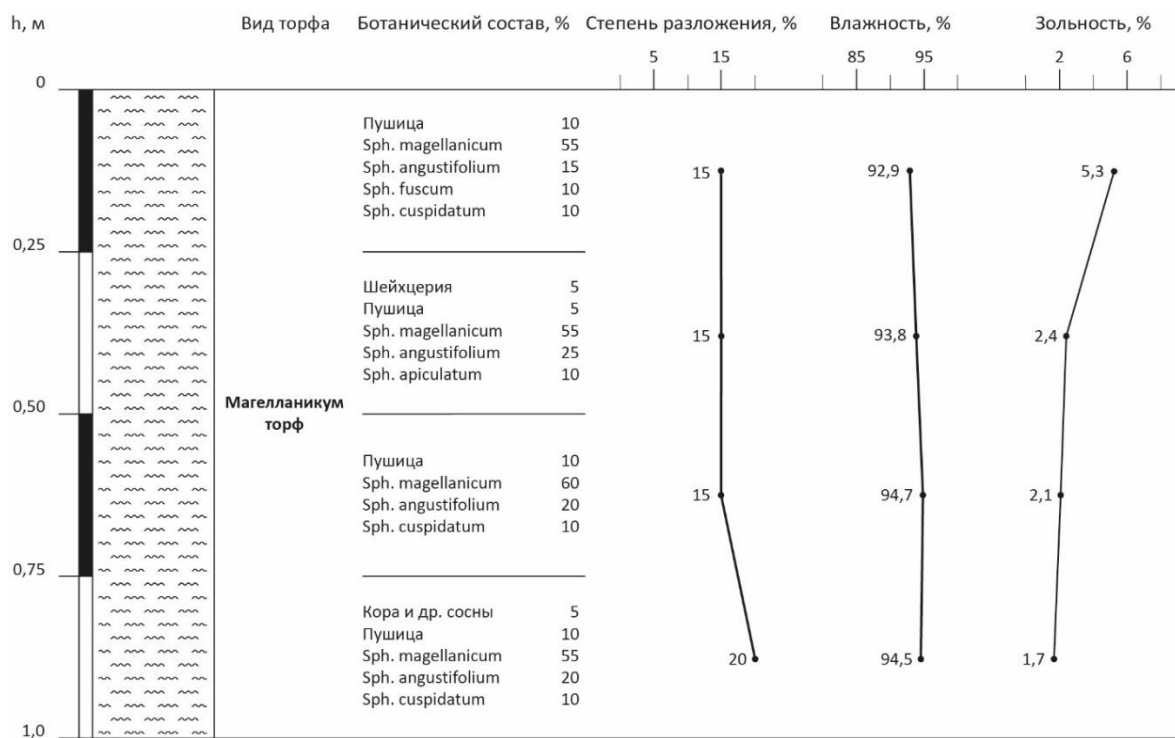


Рисунок 13.14 – Стратиграфическая колонка верхнего деятельного горизонта торфяной залежи ПН 05.15.895.1

Исследование торфяной залежи на содержание микроэлементов в торфе на одном ПН торфяника Копыш показало превышение содержания *Pb* относительно фоновых

значений исследуемой территории в деятельном горизонте торфяной залежи (0-1,0 м) в диапазоне 8,8-10,0 мг/кг (при фоне 8,2 мг/кг) (таблица 13.4), большие значения характерны для 0,25 м слоя торфяной залежи, участок неоднократно подвергался пожарам. Такие же значения зафиксированы на прилегающих сельскохозяйственных угодьях, содержание – 10,6 мг/кг.

Таблица 13.4 – Содержание микроэлементов в торфе на ПН торфяника Копыш

| № п/п /<br>глубина<br>отбора торфа,<br>м | Медь Cu,<br>мг/кг | Никель Ni,<br>мг/кг | Свинец Pb,<br>мг/кг | Хром Cr,<br>мг/кг | Цинк Zn,<br>мг/кг | Марганец<br>Mn, мг/кг | Кадмий<br>Cd, мг/кг |
|------------------------------------------|-------------------|---------------------|---------------------|-------------------|-------------------|-----------------------|---------------------|
| ПДК                                      | 33,00             | 20,0                | 32                  | 100,00            | 55,00             | 1500,00               | 0,50                |
| Фон                                      | 5,00              | 4,8                 | 8,2                 | 4,30              | 19,60             | 205,00                | 0,37                |
| Пороговое<br>значение                    | 12,85             | 9,8                 | 16,2                | 20,74             | 32,83             | 554,53                | 0,43                |
| ПН 05.15.895.1                           |                   |                     |                     |                   |                   |                       |                     |
| 1 (0–0,25)                               | 1,9               | 1,27                | 10,0                | 1,35              | 11,9              | 10,2                  | 0,14                |
| 2 (0,25–0,50)                            | 1,5               | 0,71                | 6,5                 | 0,76              | 12,5              | 11,6                  | 0,15                |
| 3 (0,50–0,75)                            | 2,0               | 0,70                | 8,8                 | 0,65              | 14,6              | 9,4                   | 0,14                |
| 4 (0,75–1,00)                            | 1,4               | 0,49                | 7,9                 | 0,44              | 6,6               | 5,0                   | 0,09                |
| 5 почва                                  | 2,9               | 1,01                | 10,6                | 1,22              | 9,9               | 130,1                 | 0,19                |

10,0 – выявленные превышения фоновых значений;

\* – ТКП 17.03-06-2019 (33140) Охрана окружающей среды и природопользование Земли. Порядок выполнения работ по дифференцированному нормированию содержания химических веществ в землях (включая почвы).

**Состояние подземных (грунтовых) вод.** Анализ основных параметров уровня грунтовых вод (рисунок 13.15) показал, что в ПН 05.15.895.1 среднегодовой УГВ составил 0,29 м ниже поверхности земли, среднегодовой деятельный (активный) горизонт торфяной залежи – 0,36 м, среднегодовая амплитуда колебания УГВ – 0,15 м. Как видно на графике (рисунок 13.15), в ПН 05.15.895.1 торфяника Копыш наблюдается тренд увеличения среднегодовых уровней грунтовых вод.

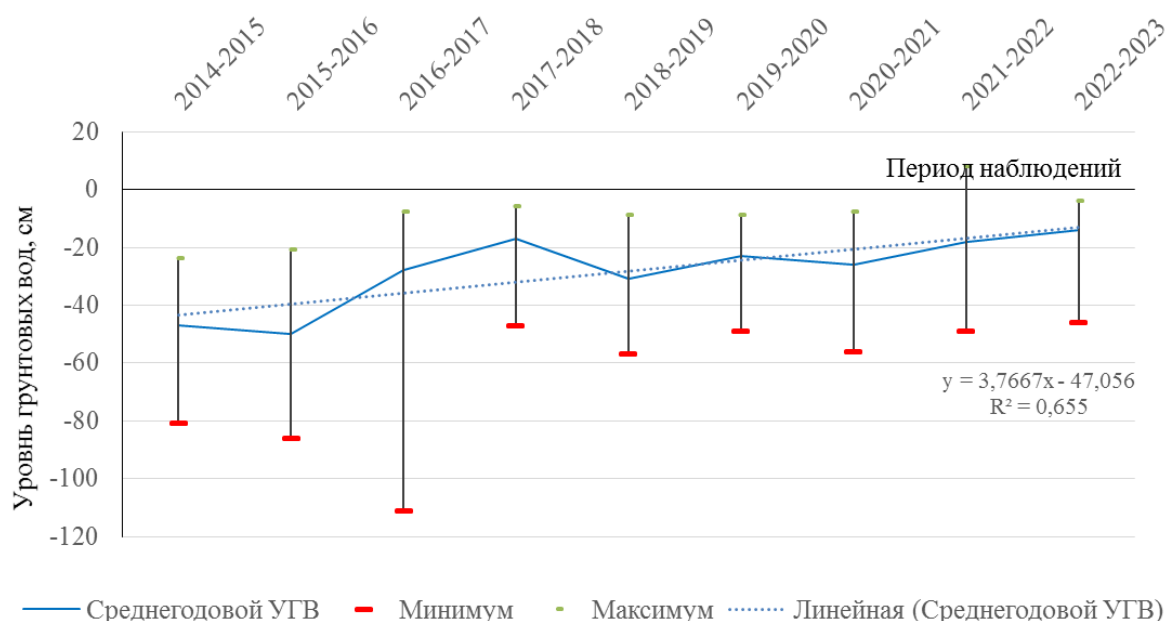


Рисунок 13.15 – Режим грунтовых вод в ПН 05.15.895.1 торфяника Копыш

**Гидрохимический мониторинг поверхностных и грунтовых (болотных) вод.** В рамках мониторинга поверхностных и грунтовых (болотных) вод торфяника Копыш были проведены наблюдения за основными показателями их качественного состава (рН, окислительно-восстановительным потенциалом, содержанием основных анионов и катионов, общей минерализацией и др.) в смотровых колодцах (скважинах) на одном ПН КМТ болота Копыш (05.15.895.1) и в старом мелиоративном канале, расположенном в границах торфяника.

Величина  $Eh$  грунтовой (болотной) воды составляет +410 мВ, а величина ее общей минерализации (по сумме ионов) не превышает 28,7 мг/л. Таким образом, вода является ультрапресной, что характерно для грунтовых (болотных) вод верховых болот Беларуси [77, 78]. Она характеризуется очень высокой цветностью, достигающей 1727 градусов, что обусловлено высоким содержанием в ней растворенных органических веществ растительного происхождения (гуминовых и фульвовых кислот). Вследствие этого вода является кислой. Величина её рН составляет 3,7, что также характерно для болотных вод верховых болот.

Грунтовая (болотная) вода характеризуется катионным составом с преобладанием ионов кальция  $Ca^{2+}$  (4,0 мг/л) и магния  $Mg^{2+}$  (2,34 мг/л) и анионным составом с преобладанием сульфатов  $SO_4^{2-}$  (17,33 мг/л). Следует отметить, что по всем изученным компонентам химического состава грунтовые воды торфяника Копыш находятся на уровне природного геохимического фона, характерного для грунтовых (болотных) вод верховых болот Республики Беларусь, находящихся в естественных условиях [79, 80].

Химический состав грунтовых (болотных) вод торфяника Копыш на ПН 05.15.895.1 может быть охарактеризован следующей формулой М. Г. Курлова:

$$M_{28,6} \frac{SO_4 91 NO_3 9}{Ca 42 Mg 42 Na 14 K 2} pH 3,7 T 15^0 C \quad (13.8)$$

Эта вода имеет сульфатный магниевый-кальциевый состав.

Поверхностные болотные воды на торфянике Копыш были опробованы в старом мелиоративном канале. Эти воды также характеризуются очень высокой цветностью, достигающей 2010 градусов, но от грунтовых болотных вод отличаются более высокой величиной рН – 4,7. Однако и с этими параметрами вода относится к категории ультрапресных, а по величине рН – к категории кислых вод, что характерно для болотных вод верховых болот Республики Беларусь.

Вода из канала на торфянике Копыш характеризуется катионным составом с преобладанием ионов кальция  $Ca^{2+}$  (10,1 мг/л), калия  $K^+$  (4,4 мг/л), натрия  $Na^+$  (3,86 мг/л) и магния  $Mg^{2+}$  (3,7 мг/л) и анионным составом с преобладанием гидрокарбонатов  $HCO_3^-$  (35,1 мг/л), сульфатов  $SO_4^{2-}$  (17,67 мг/л) и нитратов  $NO_3^-$  (2,7 мг/л). Полный химический состав этих вод может быть охарактеризован следующей формулой М. Г. Курлова:

$$M_{28,6} \frac{SO_4 91 NO_3 9}{Ca 42 Mg 42 Na 14 K 2} pH 3,7 T 15^0 C \quad (13.9)$$

Данная вода имеет сульфатно-гидрокарбонатный магниевый-кальциевый состав. В целом, содержание в этой воде всех изученных компонентов не превышает уровней ПДК, установленных для вод поверхностных водных объектов на территории Республики Беларусь [28].

### Международное сравнение

Комплексный мониторинг торфяников в Республике Беларусь проводится с 2023 г., он позволяет оценить их современное состояние, выявить основные угрозы, дать прогноз изменения состояния под воздействием природных и антропогенных факторов путем оценки отдельных видов мониторинга в границах торфяников на ПН действующей сети НСМОС в Республике Беларусь. Изучение отдельных участков торфяников как части

водно-болотных угодий позволит оценить их с точки зрения вклада в экологические, экономические и социальные сферы.

### **Прогноз**

Болотные экосистемы играют роль безупречных химических фильтров на путях движения воды, являются регуляторами климата, газового состава атмосферы, хранят информацию о сменах климата и растительности на протяжении многих тысячелетий. Кроме того, болота являются источником ценных видов сырья: торфа, лечебных грязей, лекарственных и других хозяйственно-полезных растений, а также используются для активного отдыха людей – охоты, сбора ягод и грибов. Из всего разнообразия экосистем на суше (лесов, лугов, сельскохозяйственных угодий и других) болота занимают особое положение между малым биологическим и великим геологическим круговоротами веществ. В засушливый период болота способны длительное время поддерживать уровень грунтовых вод на прилегающих сухоходных территориях или в озерах. Торфяная залежь способна в течение длительного периода удерживать большие запасы воды. Таким образом, болота играют важную регулирующую роль в водном режиме окружающей их территории, дают начало малым рекам и питают озера. Все вышеперечисленные функции болота выполняют в естественном, неосушенном состоянии.

НСМОС создана в целях предоставления всем заинтересованным необходимой экологической информации для определения стратегии природопользования и принятия оперативных управленческих решений, направленных на обеспечение населения страны благоприятными условиями проживания. Сегодня мониторинг окружающей среды выступает в качестве одного из основных инструментов оценки эффективности программ, планов и проектов в природоохранной сфере и области природопользования. Поэтому обеспечение непрерывного функционирования НСМОС – одно из приоритетных направлений экологической политики государства. В Республике Беларусь установлены правовые основы КМТ в рамках НСМОС [82], определена головная организация, отвечающая за мониторинг.

Важным аспектом эффективного управления торфяниками является вовлечение местных сообществ и заинтересованных сторон в процесс мониторинга и восстановления. Их знания и опыт могут быть ценным дополнением к научным методам, что способствует более устойчивому и долгосрочному подходу к охране экосистем. Совместная работа дает возможность учитывать местные условия и потребности, что, в свою очередь, усиливает результативность экологического и экономического состояния региона.

Ведение КМТ открывает новые возможности для исследования различных аспектов торфяников: их роли в углеродном цикле, влияния на микроклимат и плодородие почв, регулирующей роли водного режима окружающей территории. Эффективное применение полученных данных не только способствует восстановлению торфяников, но и помогает укрепить их значение как важного элемента глобального экологического баланса.

В целом, несмотря на положительную экологическую обстановку исследуемых территорий верховых и низинных болот, сохраняются реальные угрозы, обусловленные как природными, так и антропогенными факторами. Масштабы воздействия и последствия рекреационной деятельности обусловлены индивидуальным экологическим и социальным воспитанием людей и, следовательно, являются постоянно существующей угрозой для среды обитания биологического разнообразия.