

РАЗРАБОТКА ИНДИКАЦИОННОГО КРИТЕРИЯ ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ СТРУКТУРЫ ВЫРАБОТАННОГО ТОРФЯНИКА

Т. В. Орлов¹⁾, М. В. Архипова¹⁾, В. В. Бондарь¹⁾, К. Л. Шахматов²⁾

¹⁾ *Институт геоэкологии им. Е.М. Сергеева РАН (ИГЭ РАН), Москва, Россия,
tim.orlov@gmail.com*

²⁾ *Тверской государственный технический университет (ТвГТУ), Тверь, Россия*

Исследование было проведено на примере западного участка болотной системы Оршинский Мох в Тверской области, на котором не выполнялось вторичное обводнение. Целью работы являлось предложение критерия, позволяющего дать оценку степени трансформации структуры болотного ландшафта. Была предложена матрица изменений ландшафтных фаций на основании групп микроландшафтов и GEST подхода. На основании матрицы был предложен критерий трансформации структуры болотного ландшафта. Показано, что 75 % изучаемого участка сильно трансформировано по сравнению с природными болотными ландшафтами и имеет значение критерия 3-4 (при максимуме 4, минимуме 0).

Ключевые слова: торфяники; мониторинг ландшафтов; дешифрирование; индикация трансформации.

Введение. В настоящее время осушенные и выработанные торфяники занимают большие площади в разных регионах мира. Эти объекты активно разрабатывались в советское время, однако, с начала 90-х годов масштабы торфодобычи заметно сократились и большинство из разрабатываемых торфяников были заброшены. Сейчас торфяники представляют собой пожароопасные участки территории, а также участки эмиссии парниковых газов.

В большинстве своем торфяные месторождения это обширные олиготрофные системы, обладающие всей комплексностью и определенной гетерогенностью, характерной для олиготрофных массивов лесо-болотной зоны.

В процессе выработки торфяного месторождения происходил процесс углубления осушительных каналов, извлечения верхних горизонтов торфяной залежи. Таким образом, к окончанию выработки в пределах торфяника сохраняется остаточная мощность торфа.

В редких случаях, когда осушительная система не выполняет свою функцию, а позволяет удерживать уровень болотных вод на уровне поверхности, можно ожидать развитие нарушенного торфяника по пути восстановления естественного болотного ландшафта. В большинстве случаев осушительная система продолжает работать. Дальнейшее развитие нарушенного торфяника идет по особому пути. При этом пространственная ландшафтная структура подобных объектов, и в том числе условия и причины ее формирования, напрямую обуславливают как путь развития нарушенного торфяника, так и процессы на ней происходящие.

Таким образом, как и для естественной системы, характерными параметрами формирования болотного ландшафта нарушенного торфяника являются: остаточная торфяная залежь; регулируемый осушительной сетью уровень болотных вод; особые растительные комплексы. Кроме того, очень существенную роль в формировании ландшафтной структуры нарушенного торфяника играют пожары.

Многие исследователи занимались космическим мониторингом растительности и пожароопасности на выработанных болотах [8,9]. А.А. Сирин с соавторами отмечали, что наиболее пожароопасны фрезерные поля, заброшенные в начале 1990-х годов. Были разработаны основные признаки спектрального дешифрирования торфоразработок [4]. Маслов Б. с соавторами в 2017 г. [3] провел исследование по расчету допожарных характеристик на торфяных болотах. Орлов Т.В. и Шахматов К.Л. [6] применяли целый ряд методик дистанционного зондирования для изучения динамики растительности для обводненных торфяников.

Вопросы осушения и выработки болот изучались многими исследователями, как в России [1,2,7], так и за рубежом [10, 12]. Были описаны характерные свойства осушения, и последствия, к которым приводило осушение [7, 1]. Вопросы процессов восстановления, в том числе зарастания растительными сообществами, в пределах выработанных болот, изучались заметно меньше. Но основные тенденции описаны [6], выделяется несколько стадий зарастания выработанных болот для карьеров гидроторфа и для фрезерных полей. Однако, эти стадии описаны бегло, и не приводятся четкие цифры и сроки. Л.В. Муравьевой [5] были предложены подходы к оценке нарушенности торфяников путем измерения ряда абиотических факторов. Автором был предложен набор параметров: глубина, минерализация грунтовых вод; мощность, влажность, степень разложения, зольность, pH

торфа, мощность торфа, степень разложения торфа, зольность торфа, pH торфа; продуктивность растительных сообществ, площадь проективного покрытия, доля площади участка, на котором идут восстановительные процессы, доля площади участка, не подверженная пожарам. Однако этот набор был обоснован недостаточно. Так же данный подход не использует представление о том, что нарушенный торфяник после 30 лет своего развития, является достаточно стабильной системой, находящегося в состоянии равновесия. И каждая геосистема внутри торфяника находится на своем уровне трансформации. Поэтому представляется обоснованным использовать индикационные свойства наблюдаемых компонентов, в первую очередь растительности, для выявления уровней трансформации, как отражения равновесного состояния геосистем.

После выработки торфа болотный массив представляет собой относительно однородную и относительно ровную поверхность, разделенную каналами, с примерно одинаковой мощностью торфа (1,2-2 м) и степенью обводнения.

Однако по прошествии определенного времени мы видим достаточно сложную и разнообразную мозаику фаций (микроландшафтов) в пределах первоначально однородной поверхности.

Целью работы являлось предложить критерий, позволяющий оценить степень трансформации структуры ландшафта.

Материалы и методы исследований. Исследуемый участок представляет собой западную часть болота Оршинский мох, за пределами проектов обводнения, реализованных ранее, выбран участок площадью 1680 га в пределах нулевой границы торфяного месторождения. На этом участке присутствует широкий набор микроландшафтов, характерных не только для Оршинского мха, но и других болот региона. Большая часть участка была выработана.

На участок была разработана карта современного состояния микроландшафтов, на основании космической съемки и полевых работ 2024 года.

За основу разработки индикационного критерия было взято представление о том, что при стабильном изменении уровня болотных вод, что фации последовательно переходят из одного состояния в другое (меняют свой статус). При этом для комплексов, сформированных на верховом торфе, возникает своя система переходов, а для комплексов, сформированных на низинном торфе, формируется другая система переходов.

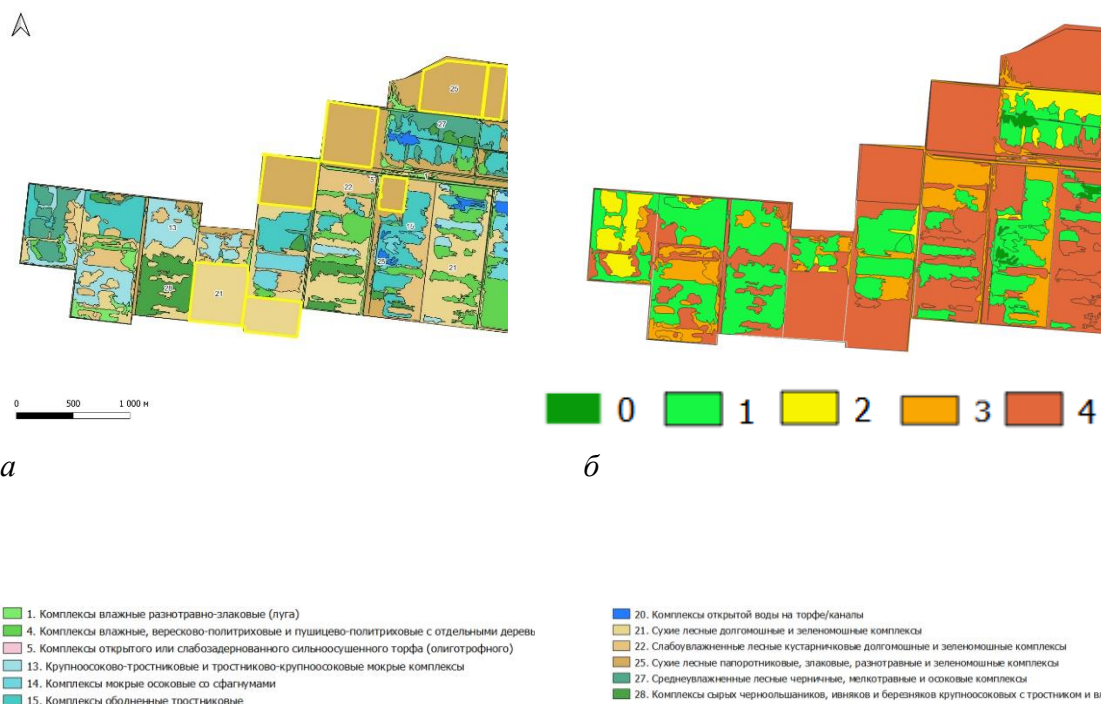
Эта идея положена в основу Методического руководства для оценки эмиссии парниковых газов с нарушенных торфяников [11] и может быть трансформирована в матрицу переходов. В рамках Методического руководства... [11] рассматриваются группы комплексов, являющиеся однородными участками эмиссии парниковых газов (GEST). К этим группам комплексов может быть отнесен целый ряд типов фаций. Однако на уровне разработки критерия, представляется более простым использовать именно группы комплексов.

Расположение микроландшафтов на осях трансформаций

Группа комплексов	Степень трансформации/влажность фации				
	4/сухие	3/умеренно влажные	2/влажные	1/сырые	0/ мокрые
открытые торфяники с болотной растительностью	вересковые зеленомошные		вересковые долгомошные	кустарничково-сфагновые пушицево-сфагновые	сфагновые с кустарничками и пушицей
залесенные олиготрофные комплексы	березняки долгомошн. и зеленомошные	леса (береза, сосна, ель) кустарничковые зеленомошные	леса (береза и сосна) кустарничковые частично со сфагнумом	леса (береза и сосна) кустарничковые и пушицевые сфагновые	сосняки сфагновые
залесенные эфтрофные и мезотрофные комплексы	леса (береза, осина, ива, посадки) папоротниковые, разнотравн.	леса (береза, сосна, ель) злаково-разнотравн.	леса (береза, сосна, ель) черничные, мелкотравные, осоковые	леса (береза, ольха черная) и ивняки крупноосоковые с тростником и влажно-травьем	леса (береза, ольха черная) и ивняки осоковые с тростником

Таким образом, на последнем этапе каждый микроландшафт был отнесен к определенному GEST, а также для каждого GEST была оценена степень трансформации системы в шкале от 0 до 4.

Результаты и их обсуждение. На основании карты микроландшафтов и матрицы переходов на выбранном участке было выделено 12 групп GEST комплексов (рис. 1 а, в).



Группы GEST комплексов:

а – современное состояние комплексов; *б* – Значение индикационного критерия трансформации микроландшафтов; *в* – условные обозначения к карте современного состояния комплексов

Далее для каждого комплекса была получена оценка трансформации в соответствии с разработанным критерием.

Заключение. Был предложен индикационный критерий трансформации микроландшафтов.

Выбранный участок торфяника был проанализирован с помощью предложенного критерия. Было показано, что участок находится в сильно-трансформированном состоянии (значения критерия 3-4), однако около 25 % участка находится в состоянии близким к естественному.

Библиографические ссылки

1. Концепция охраны и рационального использования торфяных болот России. Под общей редакцией чл.-корр. РАСХН Л.И. Инишевой. Томск : ЦНТИ, 2005. С. 99.
2. Маслов Б. С. Вопросы истории мелиорации торфяных болот и развитие науки // Вестник ТГПУ. 2008. Выпуск 4 (78). С. 64-69.
3. Восстановление допожарных характеристик лесных насаждений на гари по данным космической съемки и полевых наблюдений // А. А. Маслов [и др.] // Лесохозяйственная информация. 2017. № 4.

4. Оценка состояния заброшенных торфоразработок по многоспектральным спутниковым изображениям // М. А. Медведева [и др.]. Исследование Земли из космоса, 2011. № 5. С. 80–88.
5. *Муравьева Л. В.* Изменение экологического состояния болотных геосистем при добыче торфа // Вестник Тверского государственного университета. Серия: География и геоэкология. 2012.
6. *Орлов Т. В., Шахматов К. Л.* Анализ эффективности работ по вторичному обводнению торфяников Тверской области с помощью данных дистанционного зондирования // Геоэкология. 2020. № 6. С. 74-82.
7. *Панов В.В.* Восстановление торфяных болот: учебный курс. Тверь–Москва : ООО «Издательство «Триада», 2021. С. 184.
8. Картографирование торфяных болот Московской области по данным космической съемки высокого разрешения / А. А. Сири́н [и др.] // Лесоведение. 2014. № 5. С. 65–71.
9. Как избежать торфяных пожаров // А. А. Сири́н [и др.] // Наука в России, 2011. № 2. С. 13-21.
10. *Joosten. H.* Convention on Wetlands. Global guidelines for peatland rewetting and restoration. Ramsar Technical Report. 2021. No. 11. Gland, Switzerland: Secretariat of the Convention on Wetlands.
11. *Jarašius L.* et al. 2022. Handbook for assessment of greenhouse gas emissions from peatlands. Applications of direct and indirect methods by LIFE Peat Restore. Lithuanian Fund for Nature, Vilnius, 201 p.
12. From Understanding to Sustainable Use of Peatlands: The WETSCAPES Approach / G. Jurasinski [et al.] // Soil Systems. 2020. 4. 10.3390/soilsystems 4010014.