

DOI:10.17308/978-5-9273-3692-0-2023-155-158

ФОРМИРОВАНИЕ И ДИНАМИКА ПРОСТРАНСТВЕННОЙ ЛАНДШАФТНОЙ СТРУКТУРЫ ВЫРАБОТАННЫХ ТОРФЯНИКОВ (НА ПРИМЕРЕ УЧАСТКА БОЛОТА ОРШИНСКИЙ МОХ, ТВЕРСКАЯ ОБЛАСТЬ)

FORMATION AND DYNAMICS OF SPATIAL LANDSCAPE STRUCTURE OF DEVELOPED PEAT DEPOSITS (ON THE EXAMPLE OF THE ORSHINSKY MOSS SWAMP AREA, TVER REGION)

Орлов Т.В.¹, Архипова М.В.¹, Бондарь В.В.,¹ Шахматов К.Л.²

Orlov T.V., Arkhipova M.V., Bondar V.V., Shahmatov K.L.

e-mail: tim.orlov@gmail.com

¹Институт геоэкологии им. Е.М. Сергеева РАН, Москва, Россия

²Тверской государственный технический университет, Тверь, Россия

¹Sergeev Institute of Environmental Geoscience RAS, Moscow, Russia

²Tver State Technological University, Tver, Russia

Аннотация. Проблема пожароопасных осушенных торфяных болот занимает особое место в изучении и мониторинге опасных процессов окружающей среды. Подобные участки опасны не только возгораниями торфа, но и эмиссией парниковых газов. Современное разнообразие микроландшафтов заброшенного торфяника напрямую связано с историей его развития, поэтому по анализу современной растительности возможно определить процессы прошлого и спрогнозировать изменения состояния в будущем. Исследование было проведено на примере западного участка болотной системы Оршинский Мох в Тверской области, на котором не проводилось вторичное обводнение и на котором наблюдается широкий набор микроландшафтов. В качестве основных материалов исследования послужили космические снимки за период с 1964 по 2021 год с разрешением от 0.5 м/пикс до 30 м/пикс. В качестве дополнительных материалов использовались карта современных микроландшафты и материалы полевых работ. На каждый срок мониторинга были получены карты типов микроландшафтов и выделено 9 основных групп микроландшафтов. Определены 4 основных траектории развития групп: зарастание торфа мелколиственными лесами (23% площади); зарастание тростниковыми ассоциациями (14% площади, 9% из которых возникли после пожара 1999 года, 5% после обводнения); зарастание сфагновыми мхами (7%); появление низинных болот (5%). С учетом траектории развития микроландшафтов была проведена оценка пожароопасности участка.

Abstract. The problem of fire-hazardous drained peatlands occupies a special place in the study and monitoring of dangerous environmental processes. Such sites are dangerous not only for peat fires, but also for the emission of greenhouse gases. The modern diversity of micro-landscapes of an abandoned peat deposit is directly related to the history of its development, so by analyzing the current vegetation, it is possible to determine the processes of the past and predict changes in the future. The study was carried out on the example of the western part of the Orsha Mokh peat bog system in the Tver region, where secondary flooding was not carried out and where there is a wide range of micro-landscapes. The main research materials were satellite images for the period from 1964 to 2021 with a resolution from 0.5 m / pixel to 30 m / pixel. Additional materials included a map of modern micro-landscapes and field work materials. For each monitoring period, maps of micro-landscape types were obtained and 9 main groups of micro-landscapes were identified. 4 main trajectories of group development have been identified: overgrowing peat with small-leaved forests (23% of the area); overgrowing with reed associations (14% of the area, 9% of which appeared after the fire in 1999, 5% after flooding); overgrowing with sphagnum mosses (7%); the appearance of lowland bogs (5%). Taking into account the trajectory of micro-landscape development, an assessment of the fire hazard of the site was carried out.

Ключевые слова: торфяники, мониторинг ландшафтов, дешифрирование, прогноз возникновения пожаров

Keywords: peatlands, landcaspes monitoring, remote sensing, fire forecast

Введение. В настоящее время осушенные и выработанные торфяники занимают большие площади в различных субъектах Российской Федерации, и большинство из них заброшено. Они представляют собой пожароопасные участки территории, а также участки эмиссии парниковых газов. При этом пространственная ландшафтная структура подобных объектов, и в том числе условия и причины ее формирования, напрямую обуславливают эти процессы. Изучение ландшафтной структуры таких систем особенно актуально, в свете решения задач оценки интенсивности цикла углерода, а также задач снижения риска возникновения пожаров на таких территориях.

Вопросы осушения и выработки болот изучались многими исследователями, как в России [1,2,6], так и за рубежом [9, 10]. Были описаны характерные свойства осушения, и последствия, к которым осушение приводило [6, 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.

Многие исследователи занимались космическим мониторингом растительности и пожароопасности на выработанных болотах [7,8]. А.А. Сирин с соавторами отмечали, что наиболее пожароопасны фрезерные поля, заброшенные в начале 1990 х годов. Сирин с соавторами в 2014 году показал перспективность применения данных дистанционного зондирования, были разработаны основные подходы и дешифровочные признаки. Были разработаны основные признаки спектрального дешифрирования торфоразработок [4]. Маслов Б. с соавторами в 2017 г. [3] провел интересное исследование по расчету допозарных характеристик на торфяных болотах. Орлов Т.В. и Шахматов К.Л. [5] применяли целый ряд методик дистанционного зондирования для изучения динамики растительности для обводненных торфяников. 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 определённого времени мы видим достаточно сложную и разнообразную мозаику фаций (микрорландшафтов) пределах первоначально однородной поверхности.

Структура выработанных торфяников имеет значительное разнообразие, как по геоботаническим, так и функциональным признакам. Вопросы формирования такой структуры оказываются важными, как для прогноза развития выработанного торфяника, так и для оценок пожароопасности, а также оценок эмиссий парниковых газов.

Целью работы являлось установить основные траектории развития торфяника после окончания его разработки, которые будут индентифицировать современные процессы, происходящие в торфянике.

Материалы и методы. Исследуемый участок представляет собой западную часть болота Оршинский мох, за пределами проектов обводнения, реализованных ранее. Был выбран участок площадью 1680 га в пределах нулевой границы торфяного месторождения. На этом участке не проводилось обводнение, и на нем присутствует широкий набор микрорландшафтов, характерных не только для Оршинского мха, но и других болот региона. Большая часть участка была выработана. В краевых частях находятся естественные болотные микрорландшафты, испытывающие эффект долговременного осушения. В качестве основных материалов, позволяющих проследить историю развития микрорландшафтов, выступали космические снимки. Всего было подобрано 10 сроков наблюдения за период 1964-2021 гг.

На участок была разработана карта современного состояния микрорландшафтов, на основании съемки и полевых работ 2021 года. Для оценки ретроспективного состояния каждый выдел карт 2021 получал статус за прошлый период на основании дешифрирования с использованием спектральных и текстурных дешифрировочных признаков.

Результаты. Отдельные микрорландшафты были сгруппированы в группы. Всего было выделено 9 групп состояния микрорландшафтов, которые далее в работе названы кодовыми обозначениями:

- betula - мелколиственные леса (березовые и осиновые леса) на торфяном осушенном основании.
- channel_road – участки осушенного открытого торфа средней мощности (торфяные дороги)
- fen – осоковые сфагновые низинные болота на обводненном торфе
- grass – луговые травяные сообществ на осушенном торфе.
- peat – участки открытого или слабозадернового осушенного торфа
- phragmitus - тростниковые сообщества на маломощном переобводненном торфе
- pinus – хвойные (сосновые) леса на маломощном осушенном торфе (посадки)
- sphagnum - сфагновые переходные болота на обводненном торфе
- water -участки открытой воды на торфяном основании
- Анализ траекторий развития осуществлялся для переходов групп микрорландшафтов.
- На рисунке 1 приведены примеры карт групп микрорландшафтов для 1964 и 2021 гг.

На рисунке 2 приведен график изменения площадей типов растительности.

Анализ графика позволяет выявить основные тенденции. Участки открытого и слабо задернованные торфа имели наибольшее распространение в 1979 году, и с 1997 года начинается их активное зарастание. Происходит увеличение площади мелколиственных лесов, самое резкое увеличение площади относится к периоду 1997-2001 гг. После 1979 года идет плавный рост площадей тростниковых ассоциаций. В период 1997-2001 год также отмечается их резкий рост. Участки, занятые сосновыми посадками, участки открытой воды, занимают относительно небольшие территории.

Было установлено, что в 1999 году на территории исследования и многих прилегающих осушенных болотах были катастрофические пожары, вследствие которых восточная часть исследуемого участка значительно выгорела. Именно в этой области произошло массовое появление тростниковых ассоциаций и участков открытого зеркала воды.

Трансформации групп микрорландшафтов были типизированы и сгруппированы. Всего получилось 131 вариации.

Самый значимый по площади тип перехода - это зарастание открытого торфа мелколиственными лесами (23% площади). Также к этому типу относились и случаи возникновения леса и в более раннее и позднее время. Значительные площади занимают участки открытого и слабо задернованные торфа (15%). Они относятся к площади активной в настоящее время торфоразработки в восточной части участка, но также и так и не заросшим частям карт. Третьим по площади типом микрорландшафтов - являются тростниковые ассоциации. Обычно таким микрорландшафтам соответствуют участки практически не имеющие торфа (около 30 см). Тростниковые ассоциации возникли после пожара 1999 года (9%), но также на 5% площади они возникли на месте искусственного обводнения.

Для 7% территории характерен ряд - появление тростниковых ассоциаций, которые затем начинают зарастать сфагновыми мхами. Это очень положительный процесс, потому что именно сфагновый покров является естественным покровом для верхового болота. Сфагнум обладает значительной регулирующей функцией и дальше может успешно развиваться и сдвигать траекторию торфяника в стороны развития в естественное русло.

Также положительным процессом является появление участков низинных болот (занятых ивой

в первую очередь), такие участки также характерны для 5% территории. Значительные площади занимают лесопосадки сосновых лесов. В рамках полевого обследования было описано несколько таких участков, и на одном из них был описан полноценный лес, растущий на торфе мощностью 2 м.

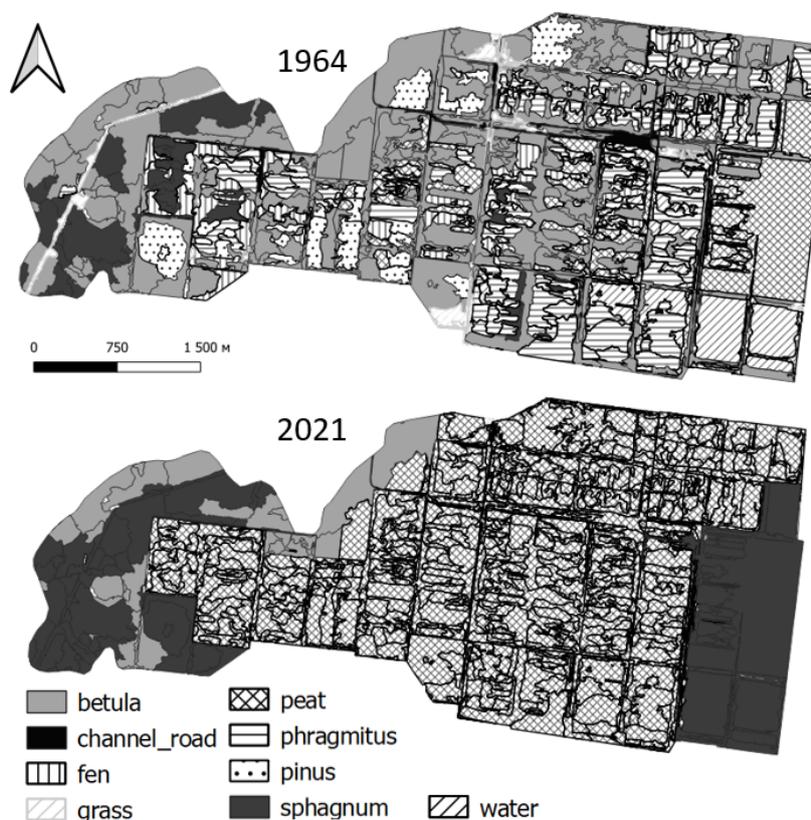


Рис. 1 (а-д). Примеры космических снимков и карт групп микроландшафтов.

Выводы и обсуждение.

1. Для участка характерно уменьшение площади торфа и увеличение площади мелколиственных лесов, тростниковых ассоциаций.

2. При анализе снимков было установлено, что в августе 1999 года произошел пожар, в результате которого выгорела восточная часть исследуемого участка, это привело к появлению тростниковых ассоциаций и участков открытого зеркала воды

3. Самый значимый по площади тип перехода (траектория) – это зарастание открытого торфа мелколиственными лесами (23% площади). Можно предположить основной механизм реализации этой траектории следующим: на поверхности торфа закрепляется первичная растительность, начиная от картовых канав и далее в центр между канавами, растительность формирует покров, который позволяет закрепиться семенам деревьев, и далее деревья разрастаются. Лесной полог может появляться в разное время, в конце концов он формируется и уже не сменяется другим типом растительности.

4. Вторым по площади являются зарастание тростниковыми ассоциациями (14%). Тростниковые ассоциации формируются в двух случаях. Основной и самый массовый случай – появление тростниковых ассоциаций в послепожарный период (9%). Можно предположить (вслед за другими исследователями), что торф выгорает в результате пожара, и УБВ оказывается выше поверхности. Формируется полузатопленный фитоценоз, в котором развивается тростник. Но также для участка характерно появление тростниковых ассоциаций на участках искусственного или естественного затопления (5%). В большинстве случаев тростник появляется через 1-2 года после пожара на месте выгоревшего торфа. Но также он может занимать мелководные водоемы.

5. Для 7% территории характерно появление тростниковых ассоциаций, которые затем начинают зарастать сфагновыми мхами. Сфагновый покров появляется в результате неполного осушения участков, занятых переобводненными тростниковыми ассоциациями. Эти участки редко формируют значительные площади, поэтому не очень часто уверенно выделяются. Однако их распространение показывает процесс обводнения болота в правильном ключе.

6. Также положительным процессом является появление участков низинных болот (занятых ивой в первую очередь), такие участки также характерны для 5% территории. Низинные болота на местах разработки фрезерным способом довольно частое явление. На участке опробования они занимают 7%

территории. Для этих участков характерно разрушение или обводнение бобрами осушительных каналов, и перестают выполнять свою функцию. УБВ поднимается и открытый торф переходит в стадию низинного.

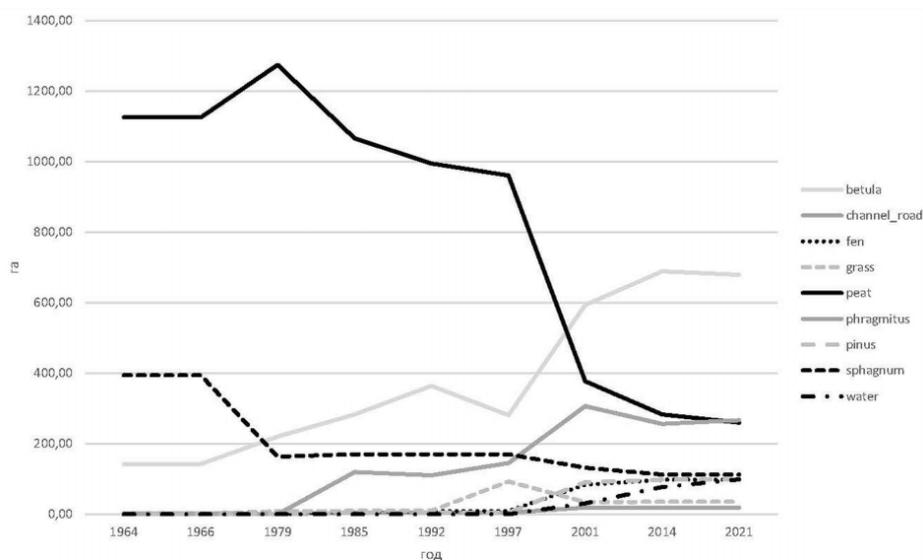


Рис. 2. График площадей групп микроландшафтов

Литература

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. Маслов А. А., Гульбе Я. И., Макаров Д. А., Сирин А. А. Восстановление допожарных характеристик лесных насаждений на гари по данным космической съемки и полевых наблюдений // Лесохозяйственная информация. 2017. №4.
4. Медведева М.А., Возбранная А.Е., Барталев С.А., Сирин А.А. Оценка состояния заброшенных торфоразработок по многоспектральным спутниковым изображениям // Исследование земли из космоса. 2011. № 5. С. 80–88
5. 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
6. Панов. В.В. Восстановление торфяных болот: учебный курс. – Тверь–Москва: ООО «Издательство «Триада». С. 2021. – 184.
7. Сирин А.А., Маслов А.А., Валяева Н.А., Цыганова О.П., Глухова Т.В. Картографирование торфяных болот Московской области по данным космической съемки высокого разрешения // Лесоведение. 2014. № 5. С. 65–71
8. Сирин А.А., Минаева Т., Возбранная А.Е., Барталев С.А. Как избежать торфяных пожаров // Наука в России. 2011. № 2. С. 13-21
9. 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.
10. Jurasinski G., Ahmad S., Anadon-Rosell A., Berendt J., Beyer F., Bill R., Blume-Werry G., Couwenberg J., Günther A., Joosten H., Koebisch F., Koehn D., Koldrack N., Kreyling J., Leinweber P., Lennartz B., Liu H., Michaelis D., Mrotzek A., Wrage-Mönnig N. From Understanding to Sustainable Use of Peatlands: The WETSCAPES Approach. Soil Systems. 2020. 4. 10.3390/soilsystems4010014.