

ЭКОЛОГИЯ

УДК 547.747

doi: 10.17223/19988591/29/11

Л.П. Гашкова¹, А.А. Синюткина^{1,2}

¹ Сибирский научно-исследовательский институт сельского хозяйства и торфа,
г. Томск, Россия

² Национальный исследовательский Томский государственный университет, г. Томск, Россия

Оценка трансформации осушенного верхового болота (на примере участка Бакчарского болотного массива)

Проблема изучения последствий осушения верховых болот является очень важной вследствие того, что в настоящее время эти территории не используются и представляют потенциальную опасность возникновения пожаров. Объект исследования – участок верхового болота, расположенного в Бакчарском районе Томской области. Проведена оценка последствий осушения на основе покомпонентного сравнительного анализа осушенного и естественного участков болота. Исследования показали, что в период максимального снижения уровня болотных вод после осушения на глубине 30–40 см отложился слой торфа, степень разложения и ботанический состав которого резко отличаются от смежных слоёв. Влияние осушения сказалось также на росте размеров положительных форм микрорельефа, структуре растительности. Осушенный участок отличается увеличением высоты подроста сосны в полтора раза и повышением обилия кустарничков на 20%. В современном фитоценозе можно наблюдать восстановление болота, видовой состав мохообразных уже близок к таковому на аналогичном неосушенном участке.

Ключевые слова: верховое болото; осушительная мелиорация; ботанический состав; торф; микрорельеф; уровень болотных вод.

Введение

Гидролесомелиорация на избыточно увлажнённых почвах считается одним из основных способов повышения продуктивности лесов. Первые опыты по осушению лесных земель, основанные на работах М.В. Ломоносова, А.Т. Болотова, М.И. Афонина и др., начались ещё в XVIII в. Основоположителем современной гидролесомелиорации в нашей стране является А.Д. Дубах, который вместе с учениками и последователями уточнил лесопроизводственную эффективность осушения различных категорий земель лесного фонда и разработал рекомендации по эксплуатации осушенных земель [1]. Масштабное осушение болот, проведённое в СССР, оказалось уникальным экспериментом антропогенного влияния на болотные экосисте-

мы, последствия его неоднозначны и нуждаются в планомерном изучении и осмыслении. Осушение верховых болот практически не дает экономического прироста древесной биомассы из-за бедности минерального питания. По этим причинам в настоящее время гидролесомелиорация на таких болотах признана нецелесообразной [2–4]. Кроме того, осушение болот приводит к ряду негативных последствий, связанных с опасностью возникновения торфяных пожаров, изменением биогеохимических циклов и загрязнением почв, вод, атмосферы, увеличением эмиссии углекислого газа, изменением флоры и фауны [5–7]. Восстановление болот может нивелировать негативные последствия, а мониторинг нарушенных гидролесомелиораций болот представляет собой актуальную научную и прикладную задачи. Наибольшей степенью устойчивости к осушению, по сравнению с другими типами, обладают верховые болота [8]. Большинство исследований на осушенных болотах проводилось для оценки влияния осушения на рост древесного яруса [9–14], но практически нет работ по их комплексной оценке после осушения и в процессе восстановления.

Таким образом, целью исследования является оценка последствий осушительной гидролесомелиорации верхового болота и выявление закономерностей его последующего восстановления.

Материалы и методики исследования

Объектами исследования являлись осушенный и естественный участки Бакчарского болотного массива (восточный отрог Васюганского болота), расположенного на междуречье рек Бакчар и Икса. В пределах рассматриваемой территории в 1973–1979 гг. проведено осушение с целью лесомелиорации. Осушенный участок расположен в 4 км к югу от автотрассы Томск–Бакчар в 50 м от осушительного канала. Для сравнения выбран естественный участок, находящийся также в пределах Бакчарского болотного массива в 500 м за пределами осушительной сети. Выбранные участки имеют схожие характеристики растительного покрова и торфяной залежи и представляют собой сосново-кустарничково-сфагновое верховое болото.

Проведен сравнительный анализ показателей микрорельефа, характеристик современного растительного покрова и торфяной залежи, уровней болотных вод осушенного и естественного участков. Основными источниками информации явились материалы полевых исследований, проведенных в 2013 г. на опытных площадках (10 × 10 м) на естественном и осушенном участках, включающие в себя:

- определение типа микрорельефа, средней высоты и размеров положительных форм, а также съемка профиля вертикального сечения горизонта формирования микрорельефа с помощью нивелира (100 точек измерений с шагом 0,5 м) [15];

- геоботанические описания фитоценозов [16];

– отбор образцов торфа до минерального дна через 10 см (в 3 повторностях) и верхних слоев торфа (в 30 повторностях), сформировавшихся после осушения [17]. Глубина отбора верхних слоев торфа (до 40 см) рассчитана на основе данных о возрасте и скорости накопления торфа этого болотного массива [18];

– отбор образцов мохового очёса (30 повторностей);

– измерение уровней болотных вод относительно средней поверхности болота [15].

Последующая обработка материалов включала в себя:

– определение ботанического состава торфа [19–21] и видового состава мохообразных [22, 23];

– сравнение долей присутствия видов мха в торфе и очёсе посредством критерия Фишера;

– сравнение высоты сосен на двух участках с использованием теста Манна–Уитни;

– статистический анализ данных таксационных измерений микрорельефа модельных участков с расчётом средней ординаты профиля горизонта формирования микрорельефа (x) и построением дифференциальной кривой распределения высот микрорельефа $w(x)$ с параметрами среднее квадратическое отклонение (S) и коэффициент вариации (C_v), характеризующими степень расчленённости поверхности болота [15].

Статистический анализ собранных данных и графическое отражение результатов проведены общепринятыми методами [23] с использованием Statsoft STATISTICA for Windows 6.0. и Excel 7.0.

Результаты исследования и обсуждение

Результатом осушительной мелиорации является смена водного и воздушного режимов верхнего слоя торфа и как следствие – изменение растительного сообщества. В первые годы после осушения отмечается увеличение темпов прироста древесины на осушенных участках. В последующие годы темпы прироста обычно падают, из-за частых пожаров ожидаемый эффект не всегда ощутим. Осушение верховых болот вследствие бедности минерального питания практически не дает прироста древесной биомассы [4]. По этим причинам в настоящее время общая эффективность осушения таких болот подвергается сомнению. Кроме этого, осушение сопровождается комплексом негативных последствий для флоры, фауны и ландшафтов. Понижение уровня болотных вод вызывает процесс сработки торфяной залежи и изменение почвообразовательного процесса, происходит увеличение степени разложения торфа. Эффективность дренажной системы наблюдается в среднем в течение 20 лет после осушения [10], без реконструкции каналов болото начинает восстанавливаться, что приводит к вторичному заболачиванию территории [25, 14].

Проблема трансформации антропогенно измененных болот особенно актуальна для южных районов Томской области, где в 1970–1980 гг. на обширных площадях восточных отрогов Васюганского болота проведено осушение с целью лесомелиорации. По данным дешифрирования космических снимков участки гидролесомелиорации на территории Бакчарского и Иксинского болотных массивов занимают 77 и 70 км² соответственно [2]. В настоящее время многие осушенные болота Томской области не используются и представляют потенциальную опасность возгорания сухого торфа. Один из массовых торфяных пожаров произошел в пределах Иксинского болотного массива на общей площади 37 км² в 1998 г. [2, 26]. На осушенных болотах, особенно при наложении других антропогенных факторов, наблюдается накопление тяжёлых металлов в растениях [27].

Рассмотрим последствия осушительной мелиорации на примере осушенного и естественного участков, расположенных в пределах восточной окраины Бакчарского болотного массива, растительность которых представляет собой сосново-кустарничково-сфагновый фитоценоз. Мощность торфа на естественном участке составляет 250 см, на осушенном – 225 см; уровень болотных вод различается незначительно, средние значения в период наблюдения практически одинаковы – 8 см относительно средней поверхности болота, осушительные каналы перестали выполнять свою функцию, и гидрологические условия на естественном и осушенном участках в настоящее время становятся одинаковыми. Кроме того, в периоды интенсивного таяния снега или при выпадении осадков отметки уровня на осушенном участке выше, чем на естественном [28, 29].

Древесный ярус болота представлен сосной (*Pinus sylvestris* L. f. *litwinowii*). Проективное покрытие, средняя высота и диаметр взрослых деревьев примерно одинаковы на двух участках. Статистически значимые различия наблюдались только в высоте подроста (U test = 5,7; $p < 0,001$; рис. 1). На естественном участке вдвое меньше взрослых деревьев и примерно 5% деревьев погибших, подрост угнетён, в его составе преобладают сосны высотой 40–50 см; на осушенном – в подросте доминируют сосны высотой около 1 м в возрасте 20 лет. Следует отметить, что осушение не повлияло на прирост взрослых деревьев, однако положительно сказалось на росте молодых деревьев, это согласуется с данными других авторов [12].

Кустарничковый ярус естественного участка отличается присутствием *Andromeda polifolia* L. и *Vaccinium vitis-idaea* L. Кустарнички *Ledum palustre* L. и *Chamaedaphne calyculata* (L.) Moench. выше примерно на 10 см, но их проективное покрытие (70%) меньше, чем на осушенном участке (90%). Меньшая высота и большее обилие кустарничков, вероятно, связано со снижением уровня болотных вод в период их роста и формирования. *Vaccinium uliginosum* L. и *Oxycoccus microcarpus* Turcz. ex Rupr. встречаются единично на обоих участках. Травяной ярус более разрежен на осушенном участке, представлен в основном *Eriophorum vaginatum* L., единично встречаются *Rubus chamaemorus* L. и *Drosera rotundifolia* L.

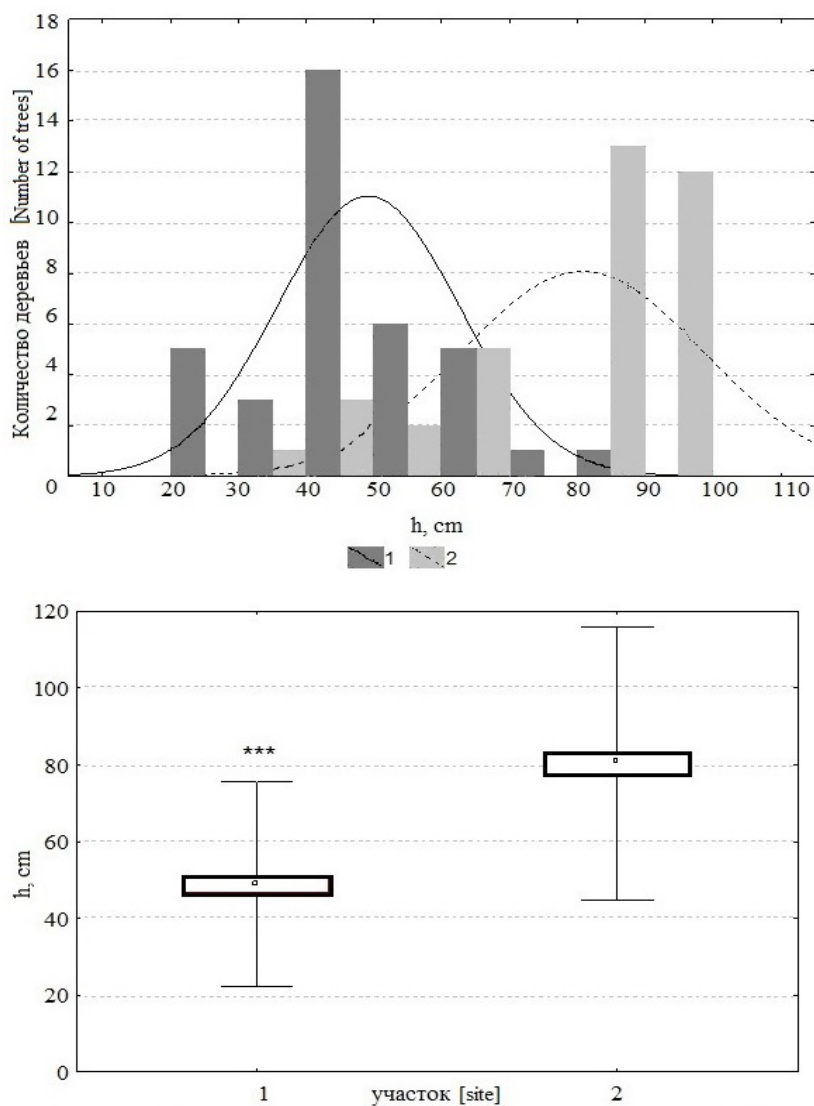


Рис. 1. Характер высотного распределения подроста сосны на естественном (1) и осушенном (2) участках верхового болота.

Данные представлены в виде средней с ошибкой и доверительными интервалами ($p < 0,01$).

[Fig. 1. Character of pine undergrowth altitudinal distribution in the native (1) and drained (2) bog sites. Data are presented as a mean with an error and confidence intervals ($p < 0.01$)]

Мохообразные наиболее чувствительны к изменению увлажнения [30], поэтому быстрее, чем другие растения, реагируют на изменение уровня бо-

лотных вод как при осушении, так и при восстановлении болота. Моховой ярус обоих участков представлен доминирующим видом *Sphagnum fuscum* (Schimp.) Klinggr., являющимся мезогигрофитом и занимающим положительные формы рельефа вместе с зелёными мхами *Dicranum polysetum* Sw., *Pleurozium schreberi* (Brid.) Mitt. Между кочками в воде преобладают гигрофиты *Sphagnum magellanicum* Brid., *S. angustifolium* (Russ. ex Russ.) C. Jens. *Calypogeia spagnicola* (H. Arnell et J. Perss.) Warnst. et Loeske встречается в дернине сфагновых мхов. Различные виды лишайника *Cladonia* занимают проплешины в понижениях. Различия наблюдаются в частоте встречаемости видов в моховом ярусе двух участков и выражаются в статистически значимом двукратном уменьшении ($p < 0,05$) доли *Pleurozium schreberi* и *Cladonia* sp. на осушенном участке (рис. 2).

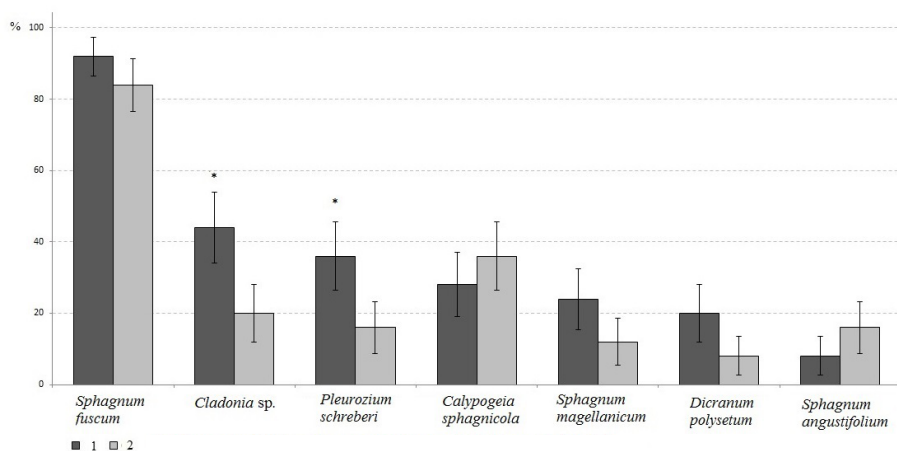


Рис. 2. Характер изменения частоты встречаемости видов мха естественного (1) и осушенного (2) участков ($p < 0,05$).

[Fig. 2. Nature of the change of moss species' occurrence frequency within native (1) and drained (2) sites ($p < 0.05$)]

Анализ частоты встречаемости видов сфагнума в верхних слоях торфа показал, что на осушенном участке доля *S. magellanicum* снижается в 5 раз по сравнению с естественным – с 18,7 до 3,5% ($p < 0,01$) (рис. 3). Причём в моховом очёсе различия сокращены до 1,5 раза (с 9,5 до 6,3%) и уже становятся незначимыми (см. рис. 2). Снижение частоты встречаемости *S. magellanicum* в верхнем слое торфа свидетельствует о вытеснении его в период действия осушения менее требовательным к влаге *S. fuscum*. Сокращение различий частоты встречаемости *S. magellanicum* на рассматриваемых участках свидетельствует о происходящем в настоящее время возвращении естественного соотношения видов на осушенном участке. Этот вид в данном случае является фитоиндикатором продолжительного повышения уровня болотных вод.

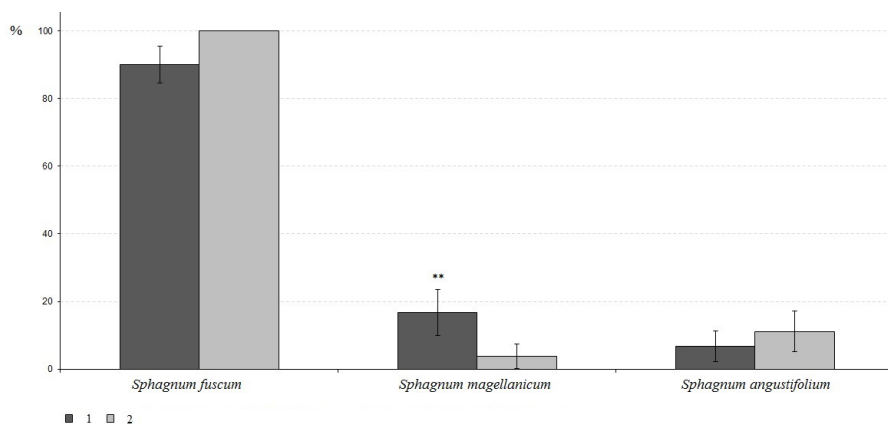


Рис. 3. Характер изменения частоты встречаемости видов мха в верхнем слое торфа на естественном (1) и осушенном (2) участках ($p < 0,01$).

[Fig. 3. Nature of the change of moss species' occurrence frequency in the upper peat layer within native (1) and drained (2) sites ($p < 0.01$)]

Ботанический состав торфяной залежи в целом сходен на двух участках (рис. 4). Нижние слои сложены осоковым низинным торфом, на глубине 175–200 см он сменяется переходным древесно-сфагновым, затем начинают преобладать *S. angustifolium* и *S. magellanicum*. С глубины 150 см и выше доминирует фускум-торф со степенью разложения до 10%. Наиболее заметны изменения в залежи осушенного участка на глубине 30–40 см, где резко увеличивается доля *Chamaedaphne calyculata* с 5 до 25%, что, вероятно, связано с усилением роли вересковых кустарничков в период понижения уровня болотных вод при осушении. Степень разложения этого слоя торфа возрастает до 28%. В верхнем слое торфа осушенного участка степень разложения вновь падает до 8%, а доля кустарничков вновь снижается до значений меньше 5%, что может быть свидетельством восстановления естественного соотношения видов в настоящий период.

Понижение уровней болотных вод после осушения отразилось на некоторых показателях микрорельефа. Микрорельеф на осушенных участках обычно видоизменяется и оказывает влияние на гидрологические условия на микроуровне и, как следствие, – на распределение растительности внутри фитоценоза, его характеристики можно использовать как один из показателей степени трансформации болотных геосистем в результате антропогенной нагрузки [31]. Проведенные исследования показали, что микрорельеф обоих участков крупнокочкватый, образован моховыми подушками, в понижениях между которыми расположены пушицевые кочки. Положительные формы занимают около 50% поверхности болота (рис. 5, 6).

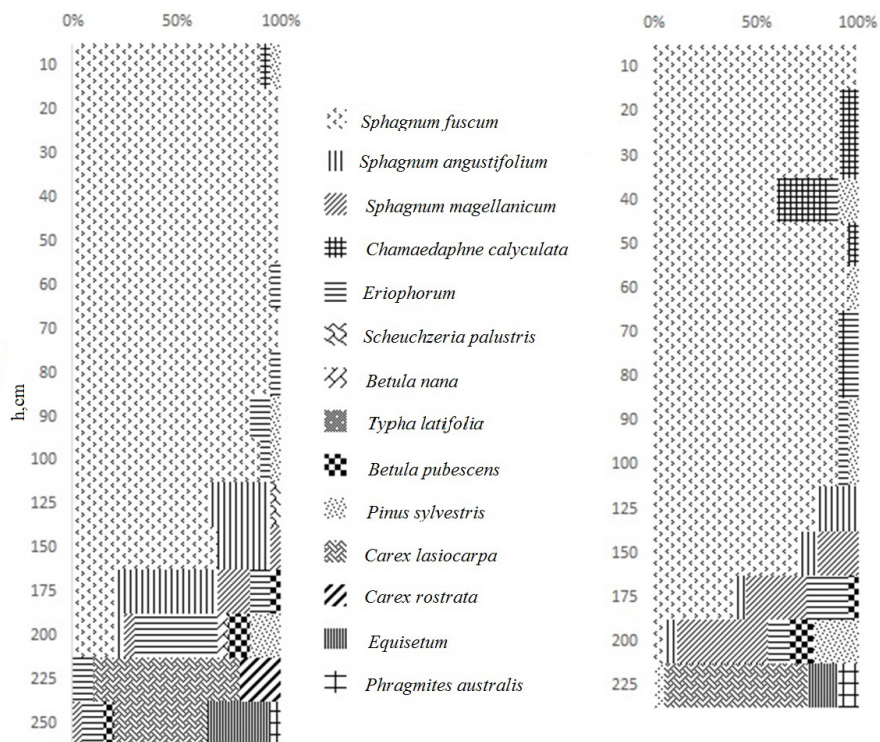


Рис. 4. Торфяная залежь естественного (слева) и осушенного (справа) участков
 [Fig. 4. Peat deposit of native (left) and drained (right) sites]

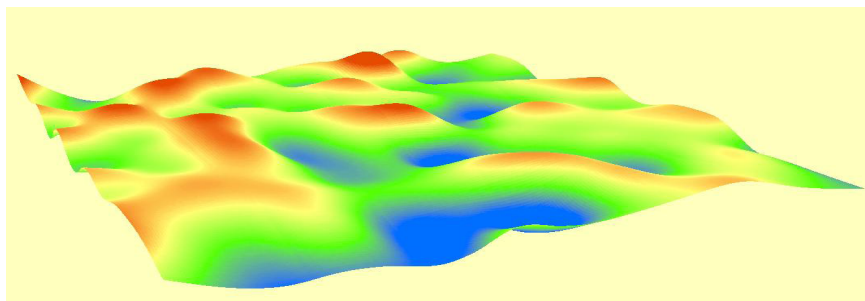


Рис. 5. Цифровая модель микрорельефа естественного участка
 (синим цветом показаны высоты ниже средней поверхности)
 [Fig. 5. Digital model of the microrelief of native sites
 (the average surface height is shown in blue below)]

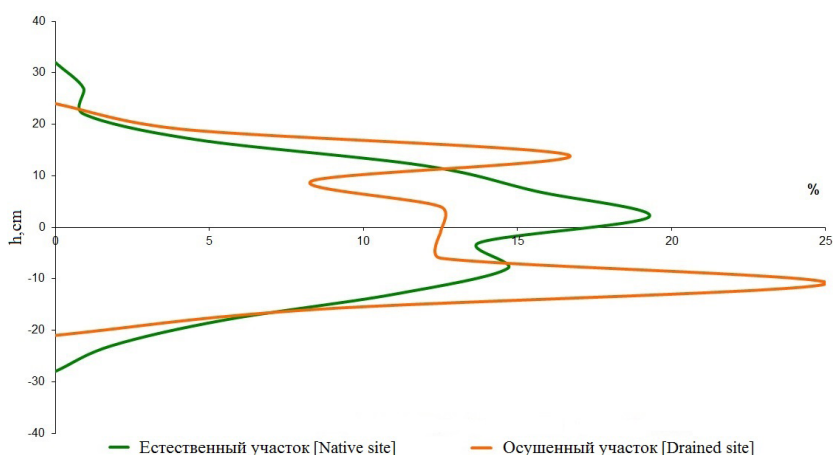


Рис. 6. Дифференциальные кривые распределения высот относительно средней поверхности
[Fig. 6. Differential height distribution curves relative to the average surface]

При общем сходстве осушенного и естественного участков детальные исследования позволили выявить следующие различия. Осушенный участок отличается более крупными размерами форм микрорельефа (таблица), что определяется более низким уровнем болотных вод в первые годы после осушения, увеличением продуктивности растительности в понижениях; следствие – увеличение скорости торфонакопления и слияние моховых подушек в единые формы крупных размеров.

**Количественные показатели микрорельефа осушенного
и естественного участков Бакчарского болота**
[Quantitative microrelief indicators of the drained and native sites of the Bakchar bog]

| Показатели микрорельефа [Microrelief indicators] | Естественный участок [Native site] | Осушенный участок [Drained site] |
|--|---------------------------------------|-------------------------------------|
| Амплитуда, см [Amplitude, cm] | 50 | 33 |
| Высота моховых подушек, см [Height of moss cushions, cm] | 20 | 30 |
| Размер моховых подушек, см [Size of moss cushions, cm] | 70×150 | 120×200 |
| Высота пушицевых кочек, см [Height of cotton grass tussocks, cm] | 10 | 30 |
| Диаметр пушицевых кочек, см [Diameter of cotton grass tussocks, cm] | 15–20 | 20 |

Анализ дифференциальных кривых распределения высот относительно средней поверхности позволил выявить различия между участками. Для осушенного участка характерно преобладание высот 10–15 см ниже

и 12–17 см выше средней поверхности, в отличие от естественного участка, где преобладают высоты около средней поверхности (см. рис. 6), что свойственно большинству ненарушенных болотных геосистем [29, 31]. Зарастание мелиоративных каналов в настоящее время препятствует сбросу болотных вод и способствует периодическому увеличению их уровня, что стало причиной образования крупных осоковых и пушицевых кочек в понижениях между моховыми подушками, которые отсутствуют на естественном участке.

Проведенный покомпонентный сравнительный анализ осушенного и естественного участков позволил оценить изменения болотной геосистемы, произошедшие в результате осушительной мелиорации, и выявить закономерности ее восстановления на современном этапе развития. При этом основными индикаторами состояния геосистемы в первые годы после осушения явились структура микрорельефа и верхний горизонт торфяной залежи. Процесс восстановления болота прослеживается главным образом в структуре современной растительности, которая в свою очередь определяется гидрологическим режимом территории.

Заключение

Проведенные исследования показали, что понижение уровня болотных вод вследствие осушительной мелиорации оказало влияние на все компоненты болотной геосистемы – микрорельеф, растительный покров и ботанический состав слоя торфа, сформировавшегося в условиях снижения уровня болотных вод. При анализе микрорельефа осушенного участка наблюдаются различия в распределении высот относительно средней поверхности болота, преобладание положительных форм крупных размеров, образовавшихся при слиянии моховых подушек в результате снижения уровня болотных вод. В период максимального снижения уровня на глубине 30–40 см отложился слой торфа с большей степенью разложения и увеличением доли кустарничков в его составе. Влияние осушения также положительно сказалось на росте древесно-кустарничкового яруса, в особенности на увеличении высоты подроста сосны и обилии кустарничков, на составе мхов, сформировавшихся за период осушения верхние слои торфа, что проявилось в кратном снижении доли *S. magellanicum* в торфе. Этот вид выступает в роли фитоиндикатора – маркера продолжительного увеличения уровня болотных вод в фитоценозах с преобладанием в моховом покрове *S. fuscum*. В настоящее время в связи с неудовлетворительной работой осушительной сети происходит интенсивное восстановление болота, что выражается в появлении крупных кочек, образованных травяной растительностью в результате повышения уровня болотных вод, а также изменении состава современного фитоценоза. В очесе встречаемость *S. magellanicum* увеличивается и приближается к таковой на естественном участке.

Таким образом, в результате изучения последствий осушения можно сделать вывод, что в настоящее время наблюдается возвращение болота к естественному состоянию, что свидетельствует о высокой степени устойчивости верховых болот.

Литература

1. Великанов Г.Б., Константинов В.К., Кудряшев А.В. Гидролесомелиорация – осушение и лесохозяйственное освоение переувлажненных земель лесного фонда (к истории исследований в СПбНИИЛХ) // Труды Санкт-Петербургского научно-исследовательского института лесного хозяйства. 2014. № 2. С. 80–93.
2. Большое Васюганское болото. Современное состояние и процессы развития / под общ. ред. М.В. Кабанова. Томск : Изд-во Института оптики атмосферы СО РАН, 2002. 230 с.
3. Ефремова Т.Т., Аврова А.Ф., Ефремов С.П. Опыт построения бонитировочной шкалы местообитаний болотных сосняков южнотаёжной подзоны Западной Сибири // Хвойные бореальной зоны. 2008. Т. XXV, № 3–4. С. 269–276.
4. Матюшкин В.А., Мошников С.А., Бердников И.А. Формирование и продуктивность сосновых насаждений на осушенных болотах // Ученые записки Петрозаводского государственного университета. Сер. Естественные и технические науки. 2010. № 4. С. 56–60.
5. Минаева Т.Ю., Сирин А.А. Торфяные пожары – причины и пути предотвращения // Наука и промышленность России. 2002. № 9. С. 3–8.
6. Więcek M., Martin P., Lipinski A. Water mites as potential long-term bioindicators in formerly drained and rewetted raised bogs // Ecological Indicators. 2013. № 34. P. 332–335. doi: [10.1016/j.ecolind.2013.05.019](https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2013.05.019)
7. Hommeltenberg J., Schmid H.P., Droesler M., Werle P. Can a bog drained for forestry be a stronger carbon sink than a natural bog forest? // Biogeosciences Discuss. 2014. № 11. P. 2189–2226. doi: [10.5194/bgd-11-2189-2014](https://doi.org/10.5194/bgd-11-2189-2014)
8. Синюткина А.А. Классификация болотных геосистем Томской области // Вестник Томского государственного университета. 2012. № 357. С. 192–195.
9. Красильников Н.А. Биологические особенности мелиорированных лесных земель. Минск : Изд-во В.М. Скакун, 1998. 216 с.
10. Корепанов Д.А., Корепанов С.А. Влияние состояния осушительной сети на водный режим и рост леса // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2005. № 6. С. 90–93.
11. Бех И.А., Данченко А.М. Лесоводственные возможности повышения продуктивности сосновых лесов Западной Сибири // Вестник Томского государственного университета. Биология. 2009. № 4 (8). С. 62–65.
12. Солнцев Р.В., Гулин А.Н. Реакция соснового древостоя и трансформация свойств лесоболотного торфа на экстенсивное осушение сфагнового болота в условиях Среднего Урала // Аграрный вестник Урала. 2010. Т. 67, № 1. С. 72–74.
13. Cedro A., Lamentowicz M. Contrasting responses to environmental changes by pine (*Pinus sylvestris* L.) growing on peat and mineral soil: An example from a Polish Baltic bog // Dendrochronologia. 2011. Т. 29, № 4. P. 211–217. doi: [10.1016/j.dendro.2010.12.004](https://doi.org/10.1016/j.dendro.2010.12.004)
14. Ракевич В.А., Ратникова О.Н. Восстановление нарушенного мелиорацией лесного болота Червенское (Галое) // Природопользование. 2012. Вып. 21. С. 155–165.
15. Наставления гидрометеорологическим станциям и постам. Вып. 8: Гидрометеорологические наблюдения на болотах. Л. : Гидрометеиздат, 1990. 360 с.
16. Воронов А.Г. Геоботаника. М. : Высшая школа, 1973. 384 с.

17. ГОСТ 17644–83 Торф. Методы отбора проб из залежи и обработки их для лабораторных испытаний. М. : Издательство стандартов, 1983. 14 с.
18. *Прейс Ю.И., Бобров В.А., Сороковенко О.Р.* Современная аккумуляция торфа в южнотаежных рьях Западной Сибири // Восьмое Сибирское совещание по климатозоологическому мониторингу : материалы науч. конф. / под ред. М.В. Кабанова. Томск : Аграф-Пресс, 2009. С. 249–251.
19. *Домбровская Ф.В., Коренева М.М., Тюремнов С.Н.* Атлас растительных остатков, встречаемых в торфе. М. ; Л. : Гос. энергет. изд-во, 1959. 90 с.
20. *Кац Н.Я., Кац С.В., Скобеева Е.И.* Атлас растительных остатков в торфах. М. : Недра, 1977. 376 с.
21. ГОСТ 28245-89 Торф. Методы определения ботанического состава и степени разложения. 2-е изд. М. : Стандартиформ, 2006. 7 с.
22. *Мульдияров Е.Я.* Определитель листостебельных мхов Томской области : учеб. пособие. Томск : Изд-во Том. ун-та, 1990. 208 с.
23. *Игнатова Е.А., Игнатов М.С., Федосов В.Э., Константинова Н.А.* Краткий определитель мохообразных Подмосквья. М. : КМК, 2011. 320 с.
24. *Ивантер Э.В., Коросов А.В.* Основы биометрии: Введение в статистический анализ биологических явлений и процессов. Петрозаводск : Изд-во Петрозаводского ун-та, 1992. 168 с.
25. *Linden M., Geel B.* Late Holocene climate change and human impact recorded in a south Swedish ombrotrophic peat bog // *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*. 2006. Vol. 240, № 3–4. P. 649–667. doi: [10.1016/j.palaeo.2006.03.039](https://doi.org/10.1016/j.palaeo.2006.03.039)
26. *Хакимов И.Р., Синюткина А.А.* Комплексная система оценки пожароопасности заболоченных территорий (на примере Шегарского района Томской области) // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2014. Т. 16, № 1 (3). С. 688–691.
27. *Гашкова Л.П., Иванова Е.С.* Аккумуляция тяжёлых металлов в растениях-доминантах антропогенно нарушенных участков болот на территории Томской области // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2014. Т. 16, № 1 (3). С. 732–735.
28. *Харанжевская Ю.А.* Оценка современных процессов восстановления болот в южно-таежной подзоне Западной Сибири на основе многолетних данных о водном режиме // Современные проблемы генезиса, географии и картографии почв: сборник материалов V Всероссийской конференции с международным участием (1–5 октября 2011 г.). Томск : ООО «Копи-М», 2011. С. 237–240.
29. *Ландшафты болот Томской области* / под ред. Н.С. Евсеевой. Томск : Изд-во НТЛ, 2012. 400 с.
30. *Бабешина Л.Г., Дмитрук В.Н., Дмитрук С.Е.* Экологические группы сфагновых мхов Томской области // Доклады ТУСУРа. Томск : Изд-во ТУСУРа, 2004. № 1(9). С. 61–63.
31. *Синюткина А.А.* Особенности микрорельефа болот таежной зоны Западной Сибири // География, история и геоэкология на службе науки и инновационного образования : материалы Всероссийской научно-практической конференции. Красноярск, 2012. С. 63–65.

Поступила 25.10.2014 г.; повторно 15.01.2015 г.; принята 17.02.2015 г.

Авторский коллектив:

Гашкова Людмила Павловна – м.н.с. лаборатории торфа и экологии Сибирского научно-исследовательского института сельского хозяйства и торфа (г. Томск, Россия).

E-mail: gashkova-lp@rambler.ru

Синюткина Анна Алексеевна – канд. геогр. наук, с.н.с. лаборатории торфа и экологии Сибирского научно-исследовательского института сельского хозяйства и торфа (г. Томск, Россия); ассистент кафедры географии Национального исследовательского Томского государственного университета (г. Томск, Россия).
E-mail: ankalaeva@yandex.ru

Gashkova L, Sinyutkina AA. Estimation of drained oligotrophic bog transformation (the example of the Bakchar bog area). *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta. Biologiya – Tomsk State University Journal of Biology*. 2015;1(29):164-179. doi: 10.17223/19988591/29/11. In Russian, English summary

Lyudmila P. Gashkova¹, Anna A. Sinyutkina^{1,2}

¹ Siberian Research Institute of Agriculture and Peat, Tomsk, Russian Federation

² Tomsk State University, Tomsk, Russian Federation

Estimation of drained oligotrophic bog transformation (the example of the Bakchar bog area)

The vast area of the eastern part of the Vasugan bog was drained for the purpose of forest melioration in the 1970-1980s. So, the problem of the ecological state of anthropogenically modified mires is particularly relevant for these territories. Currently, many Tomsk Oblast drained mires are not used and there is a potential danger of dry peat fire. In addition, over time channels of drainage systems are overgrown and destroyed and this leads to territory swamping. Restoring mires may neutralize these negative effects, and monitoring hydro melioration of disturbed wetlands is an important scientific and applied problem. Thus, the aim was to estimate hydro melioration consequence for the part of the Bakchar bog in the first year after drainage and reveal patterns of regeneration now.

Our study showed that the water level decreased in the bog because drainage melioration had an impact on all components of mire ecosystems - micro relief, plant cover and botanical composition of peat deposits, formed in the period after drainage. The influence of drainage was positive for the growth of trees and shrubs. This reflected in increasing the height of undergrowth and shrub abundance, the composition of moss formed the upper layers of peat deposit after drying. This resulted in a decrease in *Sphagnum magellanicum* share in the peat. This species can be attributed to plant indicators - markers extending mire water level changes. Intensive mire restoration occurs due to unsatisfactory work of the drainage network now. This is reflected in the appearance of large clumps formed by herbaceous vegetation due to mire water increasing, as well as changes in the composition of modern phytocenosis. Occurrence of *Sphagnum magellanicum* in moss differs unreliably at two sites, although the impact of drainage still continues to affect.

Thus, studying the characteristics of micro relief botanical composition of peat deposits and modern vegetation we can conclude that, in general, drainage melioration of the oligotrophic bog had no significant effect on the extent of mire ecosystems transformation and currently mire restoration to its original state is observed. Such recovery is typical of oligotrophic bogs having a greater degree of stability compared to the eutrophic and mesotrophic bog ecosystems of the taiga zone in Western Siberia.

The article contains 1 Table, 6 Figures, 31 References.

Key words: bog; drainage melioration; botanical composition; peat; micro relief; bog water level

References

1. Velikanov GB, Konstantinov VK, Kudryashev AV. Forest hydromelioration - drainage and silvicultural development of wetlands in forest fund (on the history of research in St. Petersburg Forestry Research Institute). *Trudy Sankt-Peterburgskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta lesnogo hozyaystva*. 2014;2:80-93. In Russian, English summary
2. Great Vasyugan bog. Current state and development processes. Kabanov MV, editor. Tomsk: Institut optiki atmosfery SO RAN Publ.; 2002. 230 p. In Russian
3. Efremova TT, Avrova AF, Efremov SP. Opyt postroeniya bonitirovochnoy shkaly mestoobitaniy bolotnyh sosnyakov yuzhnotaеzhnoy podzony Zapadnoy Sibiri [Experience in building Bonitation scale of south-taiga pine subzone wetland habitat in West Siberia]. *Khvoynye boreal'noy zony*. 2008; XXV(3-4):269-276. In Russian, English summary
4. Matyushkin VA, Moshnikov SA, Berdnikov IA. Formirovanie i produktivnost' sosnovykh nasazhdeniy na osushennykh bolotakh [Formation and productivity of pine forests on drained bogs]. *Uchenyye zapiski Petrozavodskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Yestestvennyye i tekhnicheskiye nauki*. 2010;4:56-60. In Russian
5. Minaeva TYu, Sirin AA. Torfyanye pozhary – prichiny i puti predotvrashcheniya [Peat fires - causes and ways of prevention]. *Nauka i promyshlennost' Rossii*. 2002;9:3-8. In Russian
6. Więcek M, Martin P, Lipinski A. Water mites as potential long-term bioindicators in formerly drained and rewetted raised bogs. *Ecological Indicators*. 2013;34:332-335. doi: [10.1016/j.ecolind.2013.05.019](https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2013.05.019)
7. Hommeltenberg J, Schmid HP, Driesler M, Werle P. Can a bog drained for forestry be a stronger carbon sink than a natural bog forest? *Biogeosciences Discuss*. 2014;11:2189-2226. doi: [10.5194/bgd-11-2189-2014](https://doi.org/10.5194/bgd-11-2189-2014)
8. Sinyutkina AA. Mire geosystem classification of Tomsk region. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta – Tomsk State University Journal*. 2012;357:192-195. In Russian
9. Krasil'nikov NA. Biologicheskie osobennosti meliorirovannykh lesnykh zemel' [Biological features of reclaimed forestland]. Minsk: VM Skakun Publ.; 1998. 216 p. In Russian
10. Korepanov DA, Korepanov SA. Vliyaniye sostoyaniya osushitel'noy seti na vodnyy rezhim i rost lesa [Influence of drainage channels on water regime and forest growth]. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka*. 2005;6:90-93. In Russian
11. Beh JA, Danchenko AM. Forestry potential of increasing pine forests productivity in Western Siberia. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta. Biologiya – Tomsk State University Journal of Biology*. 2009;4(8):62-65. In Russian
12. Solntsev RV, Gulin AN. Reaktsiya osnovnogo drevostoya i transformatsiya svoystv lesobolotnogo torfa na ekstensivnoe osushenie sfagnovogo bolota v usloviyakh Srednego Urala [Reaction of the pine stand and the transformation of forest-swamp peat properties due to extensive drainage of sphagnum bogs under conditions of the Middle Urals]. *Agrarnyy vestnik Urala*. 2010;67(1):72-74. In Russian
13. Cedro A, Lamentowicz M. Contrasting responses to environmental changes by pine (*Pinus sylvestris* L.) growing on peat and mineral soil: An example from a Polish Baltic bog. *Dendrochronologia*. 2011;29(4):211-217. doi: [10.1016/j.dendro.2010.12.004](https://doi.org/10.1016/j.dendro.2010.12.004)
14. Rakovich VA, Ratnikova ON. Reclamation of the disturbed amelioration of the forest bog Chervenskoye (Galoye). *Prirodopol'zovaniye*. 2012;21:155-165. In Russian
15. Nastavleniya gidrometeorologicheskimi stantsiyami i postami. Gidrometeorologicheskie nablyudeniya na bolotakh [Manual for hydrometeorological stations and centers. Vol. 8. Hydro-meteorological observations in the mires]. Leningrad: Gidrometeoizdat Publ.; 1990. 360 p. In Russian

16. Voronov AG. Geobotanika [Geobotany]. Moscow: Vysshaya shkola Publ.; 1973. 384 p. In Russian
17. GOST 28245-89 20 Turf. Methods for determining botanical composition and decomposition degree. 2nd ed. Moscow: Standartinform Publ.; 2006. 7 p. In Russian
18. Preys YuI, Bobrov VA, Sorokovenko OR. Sovremennaya akkumulyatsiya torfa v yuzhnotaehzhnykh ryamakh Zapadnoy Sibiri [Modern accumulation of peat in the southern taiga ryam in Western Siberia]. In: *Vos'moe Sibirskoe soveshchanie po klimatoekologicheskoy monitoringu*. Materialy nauch. konf. [Siberian eighth meeting on climatic and ecological monitoring. Proc. of the Sci. Conf.]. Kabanov MV, editor. Tomsk: Agraf-Press Publ.; 2009. pp. 249-251. In Russian
19. Dombrovskaya FV, Koreneva MM, Tyuremnov SN. Atlas rastitel'nykh ostatkov, vstrechaemykh v torfe [Atlas of plant residues in peat]. Moscow, Leningrad: Gosudarstvennoe energeticheskoe Publ.; 1959. 90 p. In Russian
20. Kats NYa, Kats SV, Skobeeva EI. Atlas rastitel'nykh ostatkov v torfah [Atlas of plant residues in peat]. Moscow: Nedra Publ.; 1977. 376 p. In Russian
21. GOST 28245-89 20 Turf. Methods for determining botanical composition and decomposition degree. 2nd ed. Moscow: Standartinform Publ.; 2006. 7 p. In Russian
22. Mul'diyarov EYa. Opredelitel' listostebel'nykh mhov Tomskoy oblasti. Uchebnoe posobie [Key to mosses of Tomsk Oblast. Study guide]. Tomsk: Tomsk State University Publ.; 1990. 208 p. In Russian
23. Ignatova EA, Ignatov MS, Fedosov VE, Konstantinova NA. Bryophytes of Moscow Oblast: a guide. Moscow: KMK Publ.; 2011. 320 p. In Russian.
24. Ivanter EV, Korosov AV. Osnovy biometrii: Vvedenie v statisticheskiy analiz biologicheskikh yavleniy i protsessov [Fundamentals of biometrics: Introduction to statistical analysis of biological phenomena and processes]. Petrozavodsk: Petrozavodsk State University Publ.; 1992. 168 p. In Russian
25. Linden M, Geel B. Late Holocene climate change and human impact recorded in a south Swedish ombrotrophic peat bog. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*. 2006;240(3-4):649-667. doi: [10.1016/j.palaeo.2006.03.039](https://doi.org/10.1016/j.palaeo.2006.03.039)
26. Khakimov IR, Sinyutkina AA. Complex system of the assessment of fire danger at wetlands (the example of Shegarskiy region in Tomsk oblast). *Izvestiya Samarskogo nauchnogo tsentra Rossiyskoy akademii nauk*. 2014;16(1-3):688-691. In Russian
27. Gashkova LP, Ivanova ES. Accumulation of heavy metals in plants-dominants anthropogenically damaged areas of wetlands at the territory of Tomsk oblast. *Izvestiya Samarskogo nauchnogo tsentra Rossiyskoy akademii nauk*. 2014;16(1-3):732-735. In Russian
28. Kharanzhevskaya YuA. Otsenka sovremennykh protsessov vosstanovleniya bolot v yuzhno-taehzhnoy podzone Zapadnoy Sibiri na osnove mnogoletnih dannykh o vodnom rezhime [Assessment of current processes of restoration of wetlands in the southern taiga subzone of Western Siberia on the basis of long-term data on water regime]. In: *Sovremennyye problemy genezisa, geografii i kartografii pochv*. Materialy nauch. konf. (1-5 oktyabrya 2011). [Modern problems of genesis, geography and cartography of soils. Proc. of the Sci. Conf.]. Tomsk: OOO "Kopi-M" Publ.; 2011. pp. 237-240. In Russian
29. Landshafty bolot Tomskoy oblasti [Mire landscapes of Tomsk Oblast]. Evseeva NS, editor. Tomsk: NTL Publ.; 2012. 400 p. In Russian
30. Babeshina LG, Dmitruk VN, Dmitruk SE. Ekologicheskie gruppy sfagnovykh mhov Tomskoy oblasti [Environmental groups of sphagnum mosses in Tomsk Oblast]. *Doklady TUSURa*. 2004;1(9):61-63. In Russian
31. Sinyutkina AA. Osobennosti mikrol'efa bolot taehzhnoy zony Zapadnoy Sibiri [Features of mire microreliefs in the taiga zone of Western Siberia]. In: *Geografiya, istoriya i*

geoekologiya na sluzhbe nauki i innovatsionnogo obrazovaniya. Materialy nauch. konf.
[Geography, history and geo-ecology in the service of science and innovative education.
Proc. of the Sci. Conf.]. Krasnoyarsk. 2012. pp. 63-65. In Russian

Received 24 October 2014;

Revised 15 January 2015;

Accepted 17 February 2015

Authors info:

Gashkova Lyudmila P., junior researcher, Laboratory of Peat and Ecology, Siberian Research Institute of Agriculture and Peat, 3 Gagarina Str., Tomsk 634050, Russian Federation.

E-mail: gashkova-lp@rambler.ru

Sinyutkina Anna A., Cand. Sci. (Geogr.), senior research, Laboratory of Peat and Ecology, Siberian Research Institute of Agriculture and Peat, 3 Gagarina Str., Tomsk 634050, Russian Federation; Department of Geography, Faculty of Geology and Geography, Tomsk State University, 36 Lenina Prospekt, Tomsk 634050, Russian Federation.

E-mail: ankalaeva@yandex.ru