

DOI:10.17308/978-5-9273-3693-7-2023-332-335

КРУПНОМАСШТАБНОЕ ЛАНДШАФТНОЕ КАРТОГРАФИРОВАНИЕ БОЛОТ СРЕДНЕЙ СИБИРИ

LOCAL-SCALE MAPPING OF CENTRAL SIBERIAN PEATLAND LANDSCAPES

Андреев Р.А.

Andreev R.A.

e-mail: dorionio40@gmail.com

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Москва, Россия
Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia

Аннотация. Проведено крупномасштабное ландшафтное картографирование бугристых болот Средней Сибири на двух участках в окрестностях г. Игарка и пос. Тура (Красноярский край, Россия) с применением съёмки с беспилотного летательного аппарата (БПЛА). На примере изученных болот проанализирована ландшафтная структура бугристых торфяников и подсчитаны показатели ландшафтного разнообразия, проведён сравнительный анализ. На основе полученных данных выявлены факторы ландшафтной дифференциации, в том числе криогенные.

Abstract. The local-scale landscape maps were created for two Central Siberian *palsa mires* located in the vicinity of settlements Igarka and Tura (Krasnoyarsk Krai, Russia) using Unmanned Aerial Vehicle-acquired images. Studies of landscape structure of these peatlands and their comparative analysis allowed to estimate indicators of landscape diversity and determine factors of landscape differentiation, including cryogenic.

Ключевые слова: ландшафтная карта, Средняя Сибирь, криолитозона, криогенные процессы, бугристые болота, ландшафтное разнообразие.

Keywords: landscape map, Central Siberia, permafrost zone, cryogenic processes, *palsa mires*, landscape diversity.

Условия криолитозоны, занимающей около 60% площади России, предопределяют целый ряд процессов, протекающих в геосистемах, в том числе и в болотных комплексах [4]. Ландшафтная структура болот Средней Сибири, в большинстве своём бугристых [6], изучена слабо. Развитие бугров пучения, также называемых пальза [2], сильно зависит от локальных факторов [10].

Крупномасштабное ландшафтное картографирование бугристых болот проведено на двух модельных территориях, расположенных в окрестностях г. Игарка и пос. Тура (Красноярский край, Россия). Исследуемые районы различаются условиями развития болот. В Игарке в силу свойств морфолито-генной основы наблюдается высокое разнообразие бугристых торфяников, также высока их доля в морфологической структуре ландшафтов. В Туре бугристые болота – редкие урочища, занимающие небольшие площади на платообразных возвышенностях рельефа. Ландшафтные карты для двух болотных массивов: Малая Гравийка (ключевой участок Игарка, рис. 1) и Горное (участок Тура, рис. 2) составлены с помощью ландшафтно-индикационного метода [5, 7, 9] по данным дешифрирования снимков местностей. Для построения ортофотопланов местностей в ходе полевых работ была проведена съёмка при помощи БПЛА DJI Mavic Air 2 Pro, оснащённым камерой 48 МП, под углом 90° с перекрытием 70-80%, с высоты 90 м над Малой Гравийкой, 120 м над болотом Горное. В программном обеспечении «Agisoft Metashape» по данным съёмки построены ортофотопланы (всего обработан 671 снимок). Также использовались данные дистанционного зондирования Земли: космические снимки сверхвысокого разрешения ArcGIS World Imagery (включает в себя снимки с космических аппаратов SPOT, WorldView и прочие) и цифровая модель рельефа ArcticDEM на данные территории. Для характеристики выявленных природно-территориальных комплексов (ПТК) использовались данные комплексных полевых описаний: 9 в Игарке, 7 точек в Туре. Проводилось описание рельефа, строения торфяной залежи, измерение мощностей сезонно-талого слоя (СТС) и ботаническое описание площадок по биотопам. Классификация ПТК бугристых болот проведена по Л.И. Усовой [8] и В.И. Батуеву [1]. Ландшафтные карты составлены для ПТК ранга урочищ и фаций. Составляющие бугристые болота сопряжённые фации бугров пучения и межбугровых понижений (МБП) были выделены в группы фаций.

В болоте Малая Гравийка (рис. 1) выделено 7 ПТК, 4 вида урочищ болот, всего 171 контур ПТК. Максимальная доля каждого типа ПТК от площади картографируемого массива не превышает 28%, что обусловлено частым чередованием бугров (фация 3.1.1) и МБП (фации 3.1.2, 3.2.1, 3.2.2). Как следствие, не было выделено доминантных фаций. Бугры имеют мерзлотное происхождение, МБП, очевидно, сформированы процессами термокарста [2], на что указывают уклоны склонов и разница в мощности СТС. Поверхности бугров (фация 3.1.1) занимают сухие местообитания, что отражается на их растительности (обильны лишайники), так как болотные воды и снег с бугров переносятся в понижения. МБП концентрируют в себе сток, и характеризуются влажными условиями и таликами (фации 3.2.1, 3.2.2). Контур МБП индицируются зарослями ерника по ложбинам (фация 3.1.2).

Анализ структуры болотных ПТК болота Горное на ключевом участке Тура (рис. 2) показал, что в пределах болотного массива выделено 4 ПТК, большая часть структуры болота складывается из ПТК плоских бугров (44%) и ложбинами (44%). Пространственная структура болота обусловлена его геоморфологическим положением на пологом участке склона долины реки, сложенном рыхлыми пучинистыми отложениями. Сток вод со склонов привёл к формированию МБП на поверхностях плоских мёрзлых

бугров (фация 3.1.1), связанных между собой ложбин (фация 3.1.2) и концентрирующих сток талых топей и западин (фации 3.2.1, 3.2.2). Приток вод со склонов способствует протаиванию плоских бугров и развитию процессов термокарста. В пространственной структуре болота Горное, также как и в болоте Малая Гравийка, выявлена чёткая дифференциация растительности, мерзлотных и гидрологических свойств поверхностей бугров и МБП.

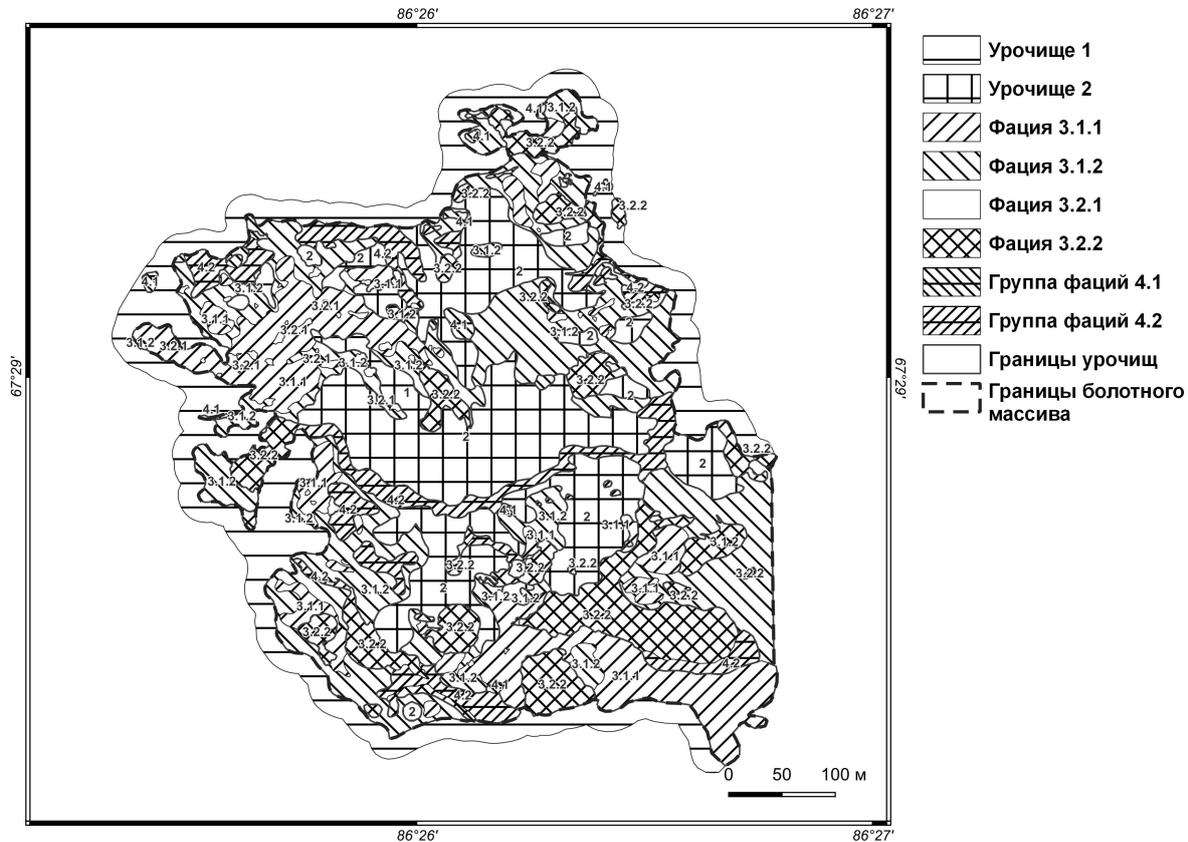


Рис. 1. Ландшафтная карта болотного массива Малая Гравийка. Уменьшено с масштаба 1:10000

Легенда к ландшафтной карте болотного массива Малая Гравийка (с сокращениями). Урочище 1 – лимногляциальные равнины, волнисто-западинные, сложенные позднелепистоценовыми ленточными глинами и алевролитами под лиственнично-еловым редколесьем с сосной и берёзой во втором ярусе и редким ольховниковым подлеском багульниково-голубичные зеленомошно-сфагновые, со средней мощностью СТС 100-130 см. Урочище 2 – минеральные гряды в пределах болот, выпуклые, покатые, высотой 1-1,5 м над поверхностью болота, сложенные позднелепистоценовыми ленточными глинами и алевролитами под лиственнично-елово-берёзовым лесом и редколесьем со средними подростом ели и ольховниковым подлеском княжениково-вейниковые с пятнами зелёных мхов, со средней мощностью СТС 100-130 см. Фация 3.1.1 – основные поверхности плоскобугристого болота, с превышениями бугров 0,5-1 м, под редким берёзовым древостоем с мозаичным растительным покровом: сочетания участков с редкой карликовой берёзкой и морошково-долгомошно-лишайниковых с багульниково-осоково-лишайниковыми сообществами, со средней мощностью СТС 40-60 см. Фация 3.1.2 – межзападинные ложбины на плоскобугристом болоте и его склоны, покатые и плоские, с трещинами между ними, под средним ерником из карликовой берёзы, морошковые лишайниково-долгомошные, со средней мощностью СТС 40-60 см. Фация 3.2.1 – западины на плоскобугристом болоте, со сплавами, глубиной до 2-3 метров, под осоково-гипновым покровом, со средней мощностью СТС свыше 120-130 см. Фация 3.2.2 – термокарстовые понижения под застойными топями, плоские, с пологими и крутыми на контакте с плоскобугристыми массивами склонами, со сплавами, обводнённые (до 30%), глубиной 1-1,2 метра, под осоково-сфагновым с пятнами хвоща, вахты и пушицы покровом и пятнами клюквы обыкновенной, талые. Группа фаций 4.1 – понижения на минеральных грядах, плоские, с пологими склонами, заочкаренные, обводнённые, глубиной 1-1,5 метра, под редкой берёзой и осоково-сфагново-вейниковым с пятнами хвоща и сабельника покровом, талые. Группа фаций 4.2 – проточные ложбины, плоские, сильно обводнённые, под берёзовым редколесьем ивовые влажнотравные, талые.

Для количественной оценки ландшафтной структуры изучаемых болот были рассчитаны показатели ландшафтного разнообразия (табл. 1, по К.С. Ганзею [3]).

Анализ подсчитанных характеристик показывает, что у болота Малая Гравийка выше коэффициенты сложности и ландшафтной раздробленности, чем у болота Горное. Анализ индекса Маргалефа,

показывающего богатство контуров ПТК в пределах определённой площади, позволяет сделать вывод, что богатство геосистем болота Малая Гравийка также выше. Сравнительный анализ позволяет сделать вывод, что местные факторы (местоположение болот, подстилающие породы) сильно влияют на степень ландшафтного разнообразия бугристых болот.

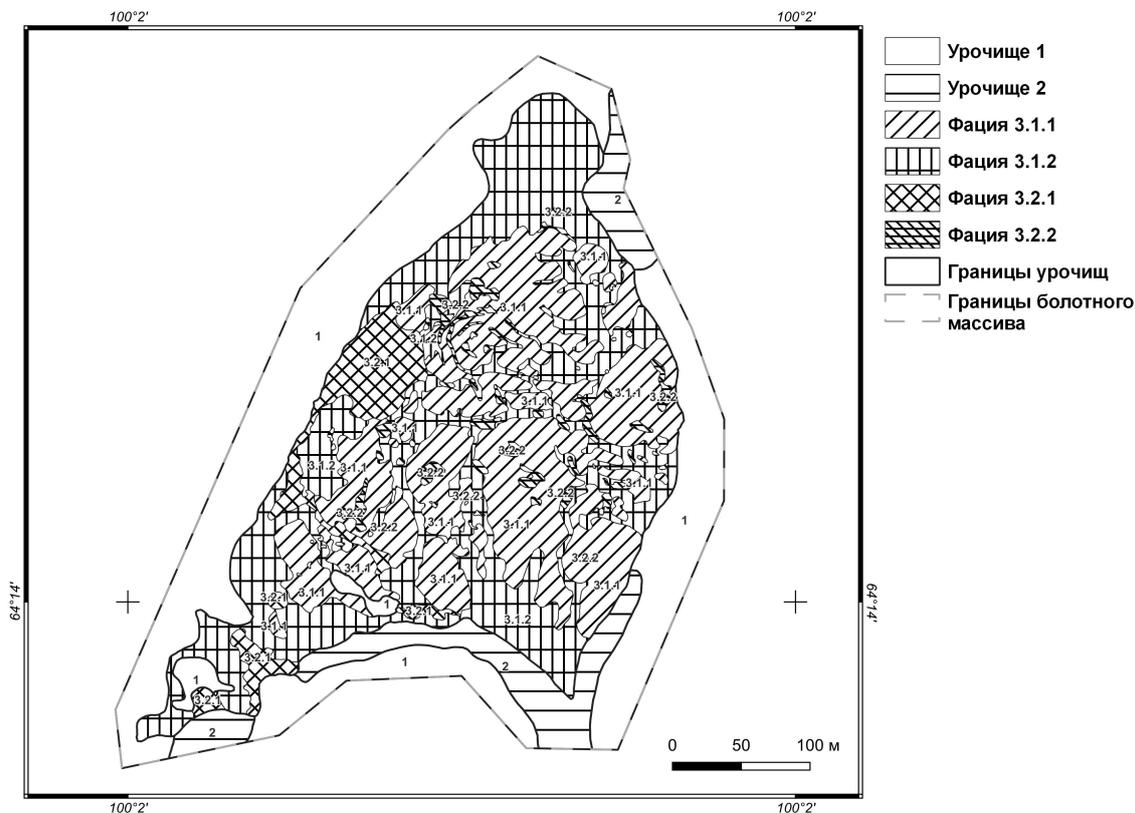


Рис. 2. Ландшафтная карта болотного массива Горное. Уменьшено с масштаба 1:6500

Легенда к ландшафтной карте болотного массива Горное (с сокращениями). Урочище 1 – склоны долины реки, ступенчатые, пологие и покатые, восточной экспозиции, сложенные туфами и туффитами и их глыбово-щебнисто-супесчаным коллювио-элювием под лиственничными с редкой берёзой редколесьями с подростом из лиственницы и реже ели, средним ерниково-ольховниковым со спиреей и ивой подлеском голубично-брусничными с багульником зеленомошно-беломошными. Урочище 2 – ложбины на ступенях склонов долины реки, с покатыми склонами, выполненные туфами и туффитами и их глыбово-щебнисто-супесчаным коллювио-элювием под сосново-лиственничным лесом со средним ерниково-ольховниковым подлеском голубично-брусничным с багульником зеленомошным. Фация 3.1.1 – поверхности плоскобугристого болота, под ерниково-морошиково-лишайниковым покровом, со средней мощностью СТС 40-60 см. Фация 3.1.2 – ложбины, глубиной до 1 метра, с покатыми склонами, под сочетанием редкого ёрника с клюково-багульниковым лишайниково-сфагновым покровом, со средней мощностью СТС 25 см. Фация 3.2.1 – понижения под магистральными и руслообразующими топями плоскобугристого болота, плоские, с покатыми склонами, со сплавидами, частично обводнённые, под сочетанием пушицево-осоково-сфагнового и пушицево-сфагнового покровов с пятнами мирта и подбела, талые. Фация 3.2.2 – западины на поверхности бугров и ложбин под аккумулятивными западинами и топями, глубиной до полуметра, под редким ерником с клюково-багульниковым лишайниково-сфагновым покровом, средней мощностью СТС 40-60 см.

Таблица 1. Характеристики ландшафтного разнообразия болот Малая Гравийка и Горное.

Характеристики	Малая Гравийка	Горное
Площадь болотного массива, м ²	216840,29	85858,58
Количество ПТК	7,00	4,00
Количество контуров	171,00	102,00
Среднее количество контуров на один ПТК	24,40	25,50
Средняя площадь контуров ПТК, м ²	1268,07	841,75
Коэффициент сложности	0,14	0,12
Коэффициент ландшафтной раздробленности	0,52	0,33
Индекс Маргалефа	13,84	8,89

Анализ структуры болотных ПТК на основе крупномасштабных ландшафтных карт позволяет выявить следующие факторы ландшафтной дифференциации:

1. На морфологическую структуру ПТК бугристых болот и степень их разнообразия сильное влияние оказывают локальные геолого-геоморфологические условия.

2. Большое влияние на развитие бугристых болот оказывает термокарст, определяя пространственные сочетания многолетнемерзлых бугров и МБП, под которыми часто формируются талики.

3. Сток в бугристых торфяниках подчиняется мерзлотным формам мезорельефа. Сочетания бугров и протаявших МБП формирует систему стока болотных вод, вызывая дифференциацию растительности, режимов увлажнения и мерзлотных свойств бугров и МБП.

Благодарности. Исследование выполнено при поддержке проекта РНФ 20-17-00043.

Литература

1. Батуев, В.И. Классификация первичной гидрографической сети бугристых болот. // Вестник ТГПУ, 2010. Выпуск 3, №93. С. 70-77.
2. Васильчук, Ю.К., Васильчук, А.К., Буданцева, Н.А., Чижова Ю.Н. Выпуклые бугры пучения многолетнемерзлых торфяных массивов / Под ред. Ю.К. Васильчука. М.: Изд-во Моск. ун-та, 2008. 571 с.
3. Ганзей, К.С. Оценка ландшафтного разнообразия вулканически активных островов // Известия Российской академии наук. Серия географическая, 2014. №2. С. 61-70.
4. Лисс, О.Л., Абрамова, Л.И., Аветов, Н.А., Березина, Н.А., Инишева, Л.И., Курнишкова, Т.В., Слука, З.А., Толпышева, Т.Ю., Шведчикова, Н.К. Болотные системы Западной Сибири и их природоохранное значение. / Под ред. д.б.н. профессора В. Б. Куваева. Тула: Гриф и К°, 2001. 584 с.
5. Мельников, Е.С., Вейсман, Л.И., Крицук, Л.Н. и др. Ландшафтные индикаторы инженерно-геологических условий севера Западной Сибири и их дешифровочные признаки. М.: Недра, 1974. 182 с.
6. Пьявченко, Н.И. К изучению болот Красноярского края. // Заболоченные леса и болота Сибири. / Отв. ред. Н.И. Пьявченко. М.: Изд-во Акад. Наук СССР, 1963. 219 с.
7. Тумель, Н.В., Зотова, Л.И. Геоэкология криолитозоны: Учебное пособие. М.: Географический факультет МГУ, 2014. 244 с.
8. Усова, Л.И. Практическое пособие по ландшафтному дешифрированию аэрофотоснимков различных типов болот Западной Сибири. СПб.: Нестор-История, 2009. 80 с.
9. Фёдоров, А.Н. Эволюция и динамика мерзлотных ландшафтов Якутии: дисс. докт. геогр. наук: 25.00.08. Институт мерзлотоведения СО РАН имени П.И. Мельникова: Якутск, 2020. 302 с.
10. Seppälä, M. Synthesis of studies of palsa formation underlining the importance of local environmental and physical characteristics. // Quaternary Research, 2012. Vol. 75. №2. P. 366-370.
- 11.