

## Воздействие шламовых амбаров на видовой состав и структуру растительных сообществ верховых болот Среднего Приобья

С. А. КОЗЛОВ, Н. А. АВЕТОВ

Факультет почвоведения МГУ им. М. В. Ломоносова  
119991, Москва, Воробьевы горы  
E-mail: serg.kozlov1989@yandex.ru; avetowna@mail.ru

Статья поступила 26.06.2013

### АННОТАЦИЯ

Рассматривается техногенно-измененная структура растительных сообществ верховых болот, прилегающих к шламовым амбарам на одном из крупнейших нефтяных месторождений Среднего Приобья (подзона средней тайги). Представлен список обнаруженных видов сосудистых растений, указаны доминирующие виды мхов.

**Ключевые слова:** ХМАО – Югра, Среднее Приобье, шламовые амбары, видовой состав, структура растительных сообществ.

В ландшафтной структуре ХМАО – Югры значительную часть занимают болота. К настоящему времени заболоченность территории составляет 55 % в Нижнеиртыш-Обской, 60 % – в Обь-Иртышской пойменной и 70 % – в Кондинской ландшафтной провинции. Это дает основание именовать территорию ХМАО – Югры лесоболотным комплексом [Бабушкин и др., 2007]. При этом преобладают биогеоценозы верхового (олиготрофного) типа: они составляют свыше 90 % от площади всех болот. Многие из крупнейших нефтяных месторождений оказались как раз на наиболее заболоченных территориях таежной зоны (в Сургутской низине, Кондинской низменности, в районе оз. Самотлор) [Аветов, Шишконокова, 2010]. Как следствие, для этой территории весьма актуальна проблема загрязнения окружающей среды различного рода поллютантами [Слащева, 2003].

Одним из основных источников загрязнения являются шламовые амбары. На территории ХМАО – Югры находится около 3000 шламовых амбаров, а количество накопленных в них отходов составляет 5–6 млн т [Ким и др., 2010]. В. А. Базанов с соавт. [2004], изучая влияние шламовых амбаров на геохимическое состояние болотных экосистем в бассейне реки Васюган, отмечает, что при правильной эксплуатации шламовых амбаров их влияние на болотные экосистемы ограничивается, как правило, несколькими десятками – максимум 150–200 м, и в отсутствие аварийных ситуаций на буровых скважинах и нефтепроводах не наносит ощутимого вреда водным экосистемам р. Васюган, являющегося приемником водного и гидрохимического стока с территорий нефтяных месторождений. Однако часто гидроизоляция шламовых

амбаров выполнена с нарушениями или прорывается, что приводит к утечкам. Вещества, содержащиеся в буровых отходах, аккумулируются в сопредельные природные среды – горные породы, почву, подземные воды, трансформируются в более токсичные формы в процессе миграции и служат загрязнителями трофических цепей [Шарова, 2009]. Главные компоненты буровых растворов представляют угрозу аборигенным растительности и водным организмам, в первую очередь из-за высокого содержания легкорастворимых солей и взвешенных частиц [French, 1980], а также из-за возрастающего под их действием рН болотных вод [Аветов, Шишконокова, 2013]. Вместе с тем в литературе отсутствуют данные о влиянии шламовых амбаров на растительный покров верховых болот.

Познание динамики болотообразовательного процесса в условиях антропогенного воздействия может служить основой прогнозирования экологических последствий тех или иных хозяйственных решений. Кроме того, закономерности преобразования растительности болот должны учитываться при разработке региональных экологических нормативов [Болота..., 2000].

Настоящая статья посвящена происходящим изменениям в видовом составе и структуре растительных сообществ верховых болот.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Исследования проводились в августе – сентябре 2010–2011 гг. на одном из крупных месторождений Нижневартовского района Ханты-Мансийского автономного округа в подзоне средней тайги. Были выбраны четыре участка, расположенных по линии стока от четырех шламовых амбаров различных кустовых оснований. Участки 2, 3, 4 располагались на расстоянии 0,5–1 км друг от друга. Участок 1 удален от них на расстояние 6–7 км (рис. 1). Для составления карты-схемы использованы материалы, доступные в системе Google. Все участки принадлежат бассейну р. Ватинский Ёган.

Обследованные участки представлены следующими типами верховых болот: участок 1 – грядово-среднемочажинный комплекс; участок 2 – вторично-эвтрофизированный сосново-кустарничково-травяной; участок 3 – вторично-эвтрофизированный сосново-кустарничково-сфагновый; участок 4 – вторично-

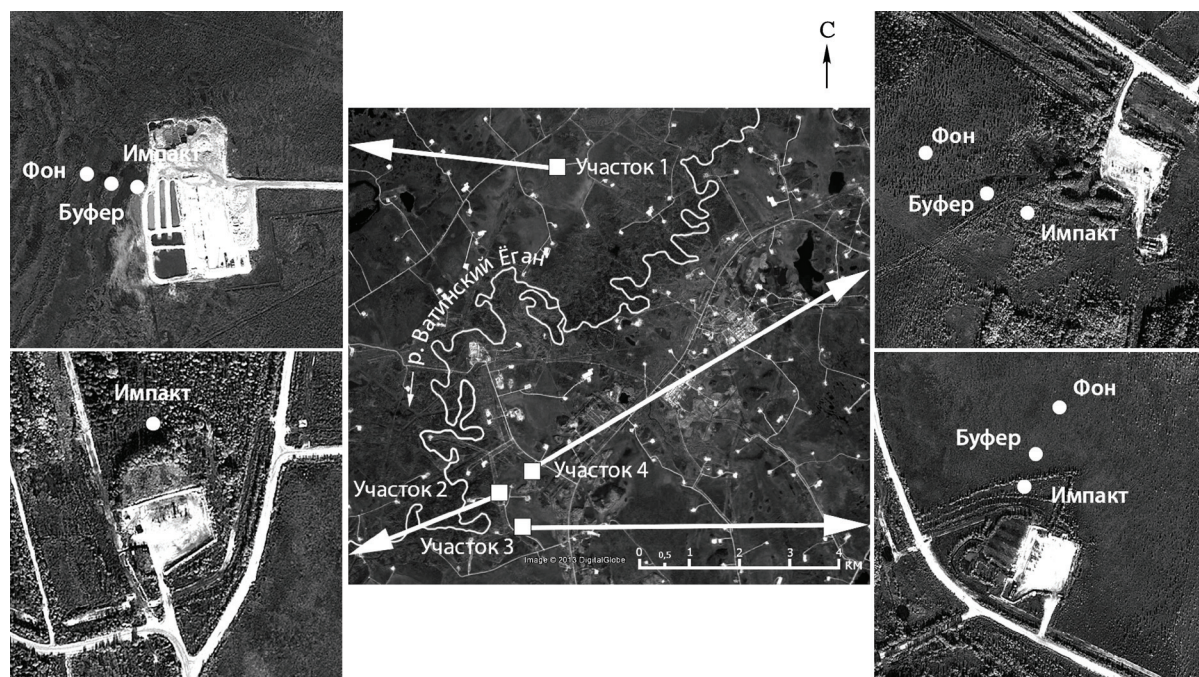


Рис. 1. Карта-схема района исследований

## Удаленность пробных площадок от шламовых амбаров

Пробная площадка	Расстояние до шламового амбара, м			
	участок			
	1	2	3	4
Фон	86	–	140	153
Буфер	59	–	95	60
Импакт	17	35	41	30

но-эвтрофизированный мелкозалежный сосново-кустарничково-сфагновый.

На каждом участке выделялось три зоны: фоновая, буферная и импактная. На участке 2 выделена только импактная зона. Выделение зон для изучения воздействия на болота антропогенных факторов применялось как в отечественной [Полкошникова, 1982], так и в зарубежной [Johnstone, Kokelj, 2008] практиках.

В каждой зоне закладывалась пробная площадка размером  $10 \times 10 \text{ м}^2$ , проводились ее геоботаническое описание и укос травяно-кустарничкового яруса (на площадке  $50 \times 50 \text{ см}^2$ ). Всего обследовано 10 пробных площадок. Расстояния от пробных площадок до амбаров указаны в табл. 1.

Обилие видов оценивалось по шкале Друде. Для перевода категорий обилий растений в проценты использовалась шкала проективных обилий растений Л. Г. Раменского с соавт. [1956].

Степень жизненности растений оценивалась по трехбалльной шкале: 3 – виды проходят в сообществе полный нормальный цикл развития: нормальный рост, цветение, плодоношение; 2 – виды в данном сообществе не цветущие, но вегетирующие; 1 – виды не цветущие, вегетирующие слабо, находясь в очень неблагоприятных условиях существования [Алехин, 1951].

Для оценки выравненности обилий видов применялся индекс Симпсона. Для определения богатства и засоленности почв по растительному покрову использовалась шкала И. А. Цаценкина с соавт. [1978]. Кластерный анализ проведен с помощью пакета программ STATISTICA 8.

Номенклатура сосудистых растений приводится в соответствии с “Конспектом флоры Азиатской России: Сосудистые растения” [2012].

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В ходе исследований на участках обнаружено 47 видов сосудистых растений, входящих в состав 21 семейства. Перечень обнаруженных видов сосудистых растений приведен в конце статьи. Наибольшее количество видов насчитывают семейства осоковые (10 видов), вересковые (6 видов), злаки (3 вида), ивовые (3 вида). На обследованной территории произрастает 4 вида древесных растений, 5 видов кустарников, 4 вида кустарничков, 34 вида травянистых растений. В моховом покрове на исследуемых участках доминируют *Sphagnum balticum* (Russ.) Russ. ex. C. Jens., *S. fallax* (Klinggr.) Klinggr., *S. fuscum* (Schimp.) Klinggr., *S. jensenii* H. Lindb., *S. majus* (Russ.) C. Jens., *S. riparium* Aongstr.

Сравнительный анализ исследуемых участков показал, что они слабо различаются по видовому богатству сосудистых растений (рис. 2), однако вызвано это разными причинами. Так, участок 1 располагается рядом со шламовым амбаром, в который в настоя-

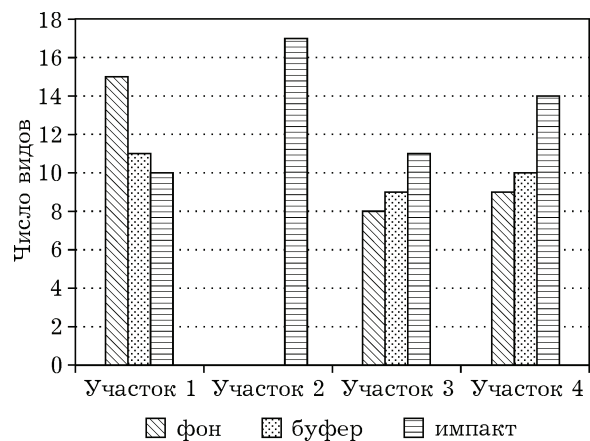


Рис. 2. Видовое богатство сосудистых растений на исследуемых участках



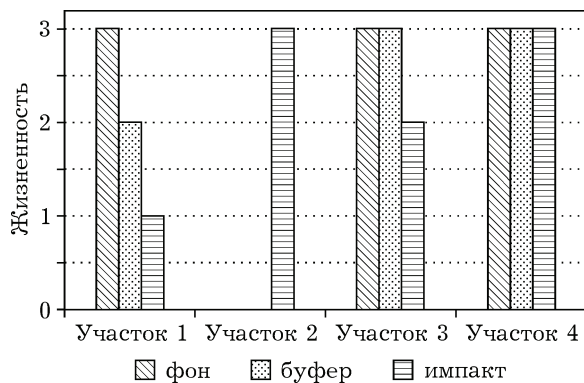


Рис. 3. Жизненность сосудистых растений на исследуемых участках

щее время завозится буровой шлам, в связи с чем прилегающая территория подвергается сильному засолению, и наблюдается снижение видового богатства сосудистых растений. Одновременно с видовым богатством снижается жизненность сосудистых растений с трех баллов в фоновой зоне до одного балла в импактной. Участки 2, 3 и 4 располагаются рядом со старыми шламовыми амбарами, возраст которых составляет около 30 лет. Прилегающая территория не испытывает столь значительного солевого загрязнения, однако поступающие с грунтовыми водами минеральные соединения приводят к улучшению питательного режима растений, что выражается в смене олиготрофной растительности на мезотрофную и эвтрофную и в увеличении видового богатства. Жизненность сохраняется на высоком уровне, достигая трех баллов во всех зонах, за исключением импактной зоны участка 3, где она составляет два балла (рис. 3).

Мхи присутствовали на всех участках и во всех зонах, за исключением участка 2, где мы наблюдали уже практически сформировавшееся мезотрофное болото с открытым зеркалом воды на большей части площадки. Отсутствие дифференциации по видовому богатству сосудистых растений и сохранение мохового покрова в зонах нарушения (насыпной купол амбара, прилегающая к нему территория и фоновые участки), находящихся под влиянием 30-летнего шламового амбара, наблюдалось и в Приполярной тундре Канады [Johnstone, Kokelj, 2008].

Очень небольшое число видов сосудистых растений (4 вида) встречается только на фо-

новых территориях, 29 видов встречаются как на фоновых, так и на нарушенных территориях (буферная и импактная зоны) и 14 видов приурочены к нарушенным территориям. Виды, встречающиеся исключительно на фоновых территориях представлены вересковыми, осоковыми и шейхцериевыми. Приуроченные к нарушенным территориям виды в основном представлены осоковыми, ивовыми и злаками. И, наконец, виды, не зависящие от степени нарушения территории, представлены вересковыми и осоковыми.

В отношении сфагновых мхов можно сказать следующее. На фоновых территориях доминируют *Sphagnum balticum* (Russ.) Russ. ex C. Jens. и *S. majus* (Russ.) C. Jens. На нарушенных территориях господствуют *S. fallax* (Klinggr.) Klinggr., *S. jensenii* H. Lindb., *S. riparium* Aongstr., а *S. fuscum* (Schimp.) Klinggr. произрастает независимо от степени нарушения.

В отношении изменения наземной фитомассы травяно-кустарничкового яруса ввиду неполноты данных сложно сделать однозначные выводы, но, основываясь на данных с участков 3 и 4 (рис. 4), можно предположить, что масса практически не меняется и сохраняется на уровне фоновых значений.

В ходе исследований для каждого вида оценивались два геоботанических показателя: проективное покрытие на пробной площадке (по шкале Друде с дальнейшим переводом в проценты) и константность вида.

Несмотря на то, что зоны в пределах каждого из участков значительно не различались по видовому богатству сосудистых рас-

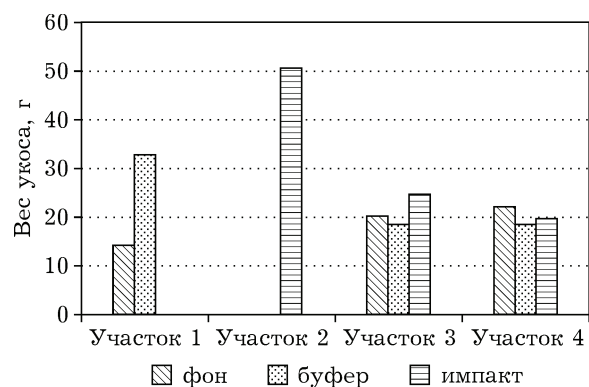


Рис. 4. Вес укоса травяно-кустарничкового яруса на исследуемых участках

Проективное покрытие живого напочвенного покрова на исследуемых участках, %

Участок	Зона	Травяно-кустарничковый и кустарниковый ярус, %				Мхи, %	Итого, %
		травы	кустарнички	кустарники	итого		
1	Фон	14,7	3,2	17,5	35,4	100	135,4
	Буфер	6,9	6,5	6,5	19,9	55	74,9
	Импакт	17,0	1,5	0	18,5	3	21,5
2	Импакт	60,9	0	0	60,9	0	60,9
3	Фон	4,5	17,5	1,5	23,5	100	123,5
	Буфер	8,1	21,0	5,0	34,1	80	114,1
	Импакт	40,6	0	0	40,6	20	60,6
4	Фон	3,0	10,0	21,1	34,1	100	134,1
	Буфер	17,7	5,1	16,0	38,8	100	138,8
	Импакт	41,8	1,5	0	43,3	1	44,3

тений, отмечается тенденция к увеличению проективного покрытия травяно-кустарничкового и кустарникового ярусов (табл. 2, рис. 5). У мохового покрова наблюдается обратная зависимость. На фоновых территориях проективное покрытие мхов достигает 100 %. Л. Хейкурайнен [1983] отмечает, что образование почти сплошного покрова из *S. fuscum* (Schimp.) Klinggr. свидетельствует об особенно малом содержании питательных веществ. К импактной зоне проективное покрытие мхов снижается до 1–20 %. Участок 2 характеризовался отсутствием мохового покрова (см. табл. 2, рис. 5). В экосистемах Приполярной тундры подобной зависимости не обнаружено: проективные покрытия на-

сыпного купола амбара, прилегающей к нему территории и фоновых зон не выявили между собой существенных различий [Johnstone, Kokelj, 2008].

Для оценки обилия вида на площадке удобно разделить шкалу Друде на классы (табл. 3).

Построив гистограмму на основе такой классификации шкалы Друде (рис. 6), можем заметить, что 4-й класс обилия на исследуемых участках не встречался, на фоновых территориях на 3-й и 2-й класс обилия приходится основная часть видов растительного сообщества. В нарушенных территориях основу растительного сообщества составляют уже виды, относящиеся к 1-му и 0-му клас-

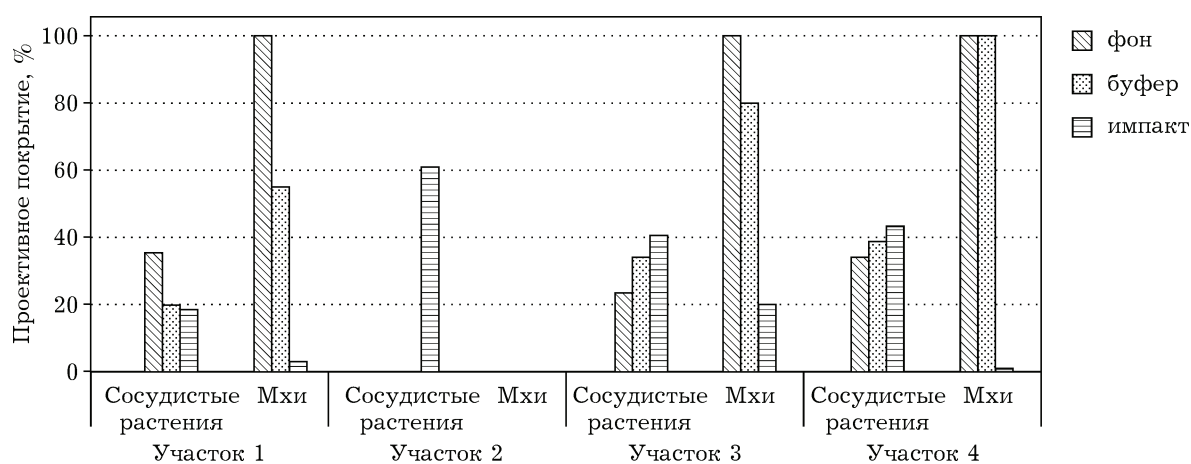


Рис. 5. Проективное покрытие (%) травяно-кустарничкового, кустарникового ярусов (на рисунке – сосудистые растения) и мохового покрова на исследуемых участках

## Классификация обилия вида по шкале Друде [Беляева и др., 2009]

Шкала обилия Друде	Обозначения	Класс обилия вида
Вид встречается один раз	Un (unicum)	0
Вид растет рассеяно	Sol (solitaria)	1
Вид обилен, но сплошного покрова не образует	Sp (sparsae)	2
Вид обилен	Cop 1–3 (copiosae)	3
Очень обильно, сплошь	Soc (socialis)	4

су. Видовое богатство на нарушенных территориях такое же, как и на фоновых, но большинство видов имеют низкое обилие.

Для оценки равномерности распределения видов по их обилию в сообществе часто используется индекс Симпсона:

$$D = \sum_{i=1}^z \frac{n_i(n_i - 1)}{N(N - 1)},$$

где  $n_i$  – число особей в группе  $i$  (всего  $Z$  групп;  $\sum n_i = N$ ),  $N$  – объем выборки.

По мере увеличения  $D$  разнообразие уменьшается. Поэтому обычно используют обратную формулу индекса Симпсона ( $1/D$ ), чтобы его величина увеличивалась при увеличении разнообразия [Мэгаран, 1992]. Значение индекса Симпсона практически полностью зависит от удельного объема одного-двух наиболее обильных видов, так как при возведении в квадрат малых долей получаются очень малые величины. Поскольку  $D$  к тому же слабо зависит от числа групп  $Z$ , то следует признать, что индекс Симпсона непригоден для оценки биоразнообразия или видо-

вого богатства, но является весьма чувствительным индикатором доминирования одного или нескольких видов [Розенберг, 2007].

В ходе исследования установили, что максимальные значения индекса Симпсона (рис. 7) в основном приурочены к буферным зонам. В буферных зонах отсутствуют явно выраженные доминанты, так как исходные растения доминанты угнетаются под действием химического загрязнения, некоторые типичные олиготрофные виды несколько увеличивают проективное покрытие за счет улучшения минерального питания, а вновь появившиеся виды еще имеют низкие значения обилия. Кроме того, в буферных зонах имеется 1–3 субдоминанта. Выравнивание обилий в буферных зонах носит искусственный характер и говорит о сукцессионной смене. Фоновые территории характеризуются одним доминантом и двумя субдоминантами, что приводит к снижению значения индекса Симпсона. В импактных зонах также доминирует один вид, но более значительно, и обычно нет субдоминан-

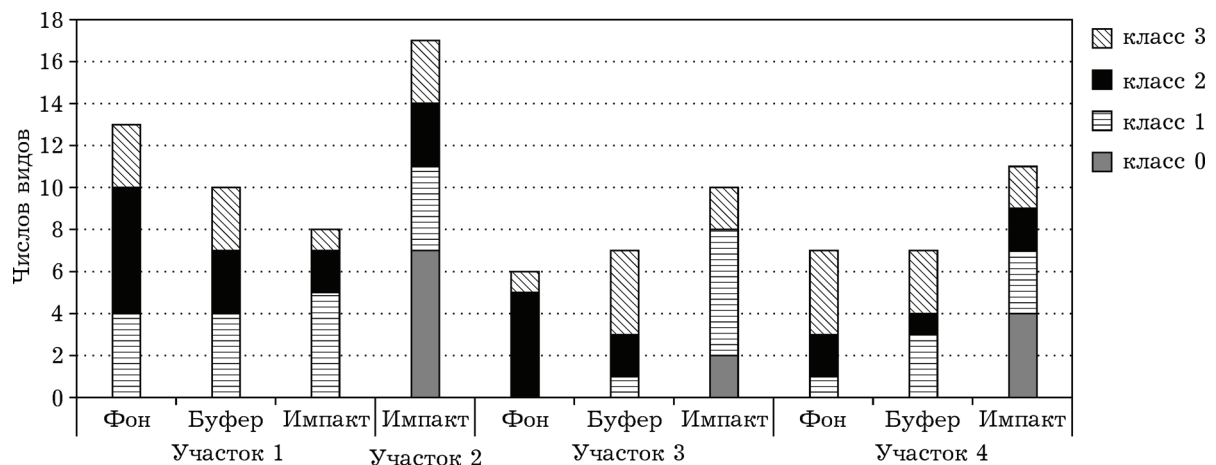


Рис. 6. Распределение видов сосудистых растений по классам обилия

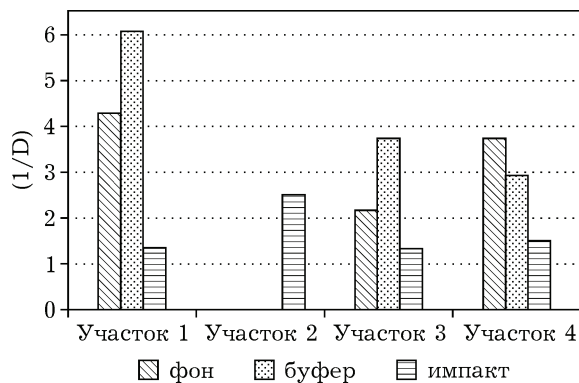


Рис. 7. Значения индекса Симпсона (1/D) для исследуемых участков

тов, поэтому значения индекса Симпсона в этих зонах наименьшие.

Высказанное предположение о наличии сукцессии соответствует представлениям Т. А. Работнова [1983], согласно которым интенсивность воздействия снижается по мере отдаления от источника загрязнения, образуется сукцессионный (экогенетический) ряд, характеризующий постепенное снижение нарушенности растительности. В нашем случае сукцессионный ряд наиболее отчетливо наблюдался по линии стока от амбара и составлял в зависимости от участка 86–153 м.

Не исключено, что в ближайшее время на нарушенных территориях будут появляться новые виды растений и исчезать имеющиеся. Смена видового состава растений будет происходить до тех пор, пока геохимическая обстановка не стабилизируется. И только тогда образуются устойчивые растительные сообщ-

Т а б л и ц а 4  
Классификация встречаемости по классам константности [Беляева и др., 2009]

Классы константности	Встречаемость вида, %
1	до 20
2	20–40
3	40–60
4	60–80
5	Более 80

щества, соответствующие сформировавшемуся режиму минерального питания.

Второй исследуемый нами показатель – константность, позволяющая оценить устойчивость растительного сообщества. Константностью в геоботанике называют одну из количественных характеристик участия вида растений в сложении растительной ассоциации; определяющейся процентом площадок равной величины, на которых встречается данный вид, от общего числа площадок [Беляева и др., 2009]. Постоянство видов приводится в баллах константности. Выделяется пять классов константности (с 20 % объемом класса): 1 класс – вид присутствовал более чем на 20 % площадок, 2 класс – от 20 до 40 % площадок, 3 класс – от 40 до 60, 4 класс – от 60 до 80, 5 класс – более 80 % (табл. 4).

Как видно из гистограммы (рис. 8), 5 класс константности на исследуемых участках не встречался, на фоновых зонах к 3 и 4 классу константности относится 35–90 % видов.

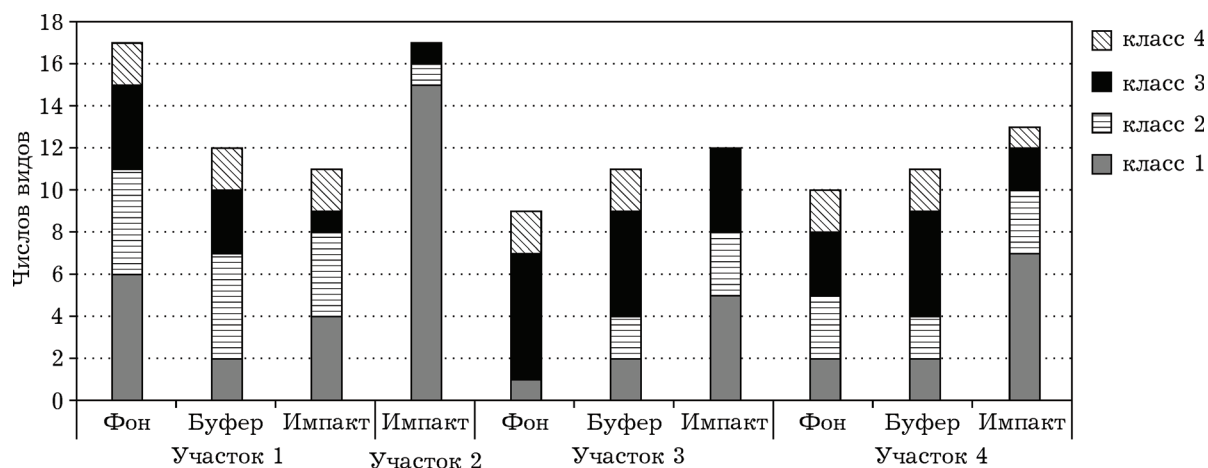


Рис. 8. Распределение видов сосудистых растений и мхов по классам константности

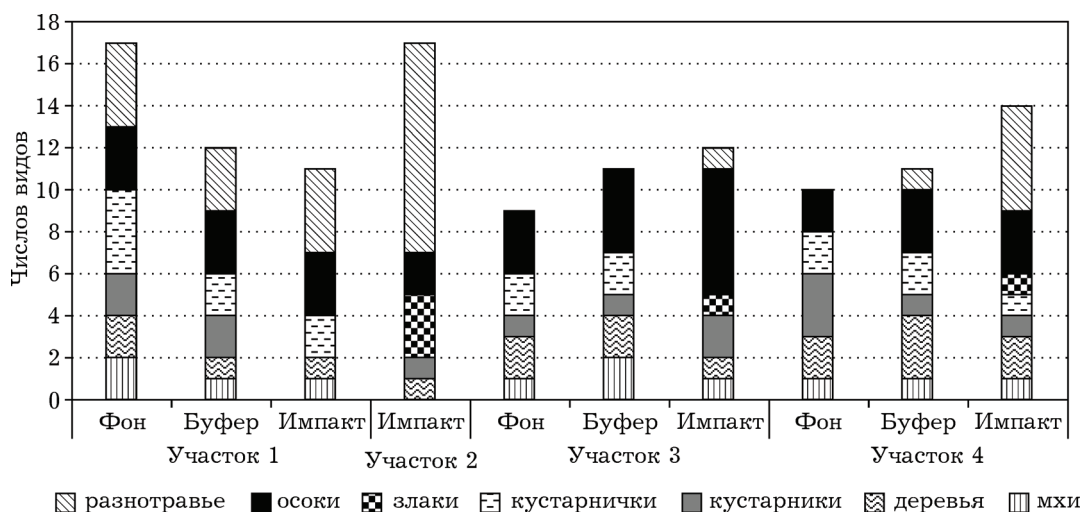


Рис. 9. Видовая структура сообществ на исследуемых участках

К импактным зонам значительно возрастает доля 2 и особенно 1 класса. Так, на участке 2 к 1 классу константности относится 15 видов из 17. Таким образом, растительность нарушенных (импактных) территорий представлена видами с низкой константностью. Специфика заселения растениями нарушенных территорий зависит от концентрации поступающих из амбаров минеральных соединений. Именно поэтому в импактной зоне одного участка зачастую можно обнаружить виды, не встречающиеся в импактных зонах других участков. Так, например, в импактной зоне участка 2 из 17 произрастающих видов 10 обнаруживаются только там. Тем не менее в заселении нарушенных территорий выделяются некоторые закономерности. Очень часто в импактных зонах произрастает *Betula alba* L., *Calamagrostis langsdorffii* (Link) Trin. и *Eriophorum russeolum* Fries; несколько реже *Carex canescens* L., *C. paupercula* Michx., *C. rostrata* Stokes, *Eriophorum angustifolium* Honck., nom. cons., *Epilobium palustre* L., *Oxycoccus palustris* Pers., *Rumex aquaticus* L., *Tephrosieris palustris* (L.) Reichenb. Из мхов на нарушенных территориях часто доминирует *Sphagnum fuscum* (Schimp.) Klinggr. Л. Хейкурainen [1983] указывает, что *Calamagrostis* sp. является индикатором содержания питательных веществ в почве на уровне выше среднего, а *C. rostrata* Stokes – показатель среднего содержания питательных веществ в почве.

Нарушенные и ненарушенные территории показали серьезные различия в видовой

структуре растительных сообществ (рис. 9). Т. А. Работнов [1983] отмечает, что в ходе антропогенных смен фитоценозы могут изменять состав и соотношение компонентов. В нашем случае мхи сохраняются в структуре растительного сообщества во всех зонах, но с очень низким проективным покрытием в импактной зоне. Отмечается небольшое снижение числа видов древесных растений в импактных зонах по сравнению с фоновыми территориями. Примечательно, что в некоторых случаях количество видов древесных растений в импактных зонах остается таким же, как и на ненарушенных территориях, однако качественный состав полностью меняется. Так, например, в фоновой зоне участка 4 произрастают *Pinus sibirica* Du Tour и *P. sylvestris* L., а в импактной зоне того же участка *Populus tremula* L. и *Betula alba* L. Наблюдается снижение числа видов кустарников и кустарничков по мере усиления загрязнения. В импактной зоне участка 3 кустарнички полностью выпадают из состава фитоценоза, а в импактной зоне участка 1 выпадают кустарники. Схожую тенденцию в экосистемах Приполярной тундры отмечают J. F. Johnstone и S. V. Kokelj [2008], говоря о снижении проективного покрытия (или исчезновении) кустарников и лиственных кустарничков на насыпном куполе амбара и на прилегающей к нему территории.

Злаки приурочены исключительно к импактным зонам. Осоки показали слабую тенденцию к увеличению числа видов в импакт-



Т а б л и ц а 5  
**Биотопическая приуроченность видов  
 сосудистых растений, произрастающих в районе  
 проведения исследований [Болотные системы, 2001]  
 и собственные наблюдения авторов)**

Биотопическая приуроченность видов	Сосудистые растения	
	число видов	Доля от общего числа видов, %
Олиготрофные	14	29,8
Олиго-мезотрофные	4	8,5
Мезотрофные	3	6,4
Мезо-эвтрофные	5	10,6
Эвтрофные	21	44,7

ных зонах. J. F. Johnstone и S. V. Kokelj [2008] зафиксировали увеличение проективного покрытия злаков и снижение его у осок на насыпном куполе амбара и прилегающей территории. В отношении разнотравья можно говорить об увеличении числа видов этой группы на нарушенных территориях. Так, например, в фоновых зонах участков 3 и 4 разнотравье отсутствует. На участке 3 оно появляется только в импактной зоне; на участке 4 – начиная с буферной зоны, а в импактной уже занимает значительную часть в структуре сообщества. В импактной зоне участка 2 более половины всех видов принадлежат к разнотравью. На участке 1 число видов разнотравья стабильно и не изменяется при переходе от одной зоны к другой. Л. Хейкурайнен [1983] отмечает, что разнотравность – индикатор содержания питательных веществ в почве на уровне выше среднего.

Анализ биотопической приуроченности видов (табл. 5) позволяет говорить о сильной степени эвтрофикации верховых болот под

влиянием шламовых амбаров. Доля эвтрофных видов сосудистых растений составляет 44,7 %, а мезотрофных, мезо-эвтрофных и эвтрофных вместе – 61,7 %. В отношении сфагновых мхов отметим, что большая часть обнаруженных доминантов относится к олиготрофным видам. Однако необходимо указать, что сфагновые мхи очень чувствительны к химическому загрязнению и при приближении режима питания к эвтрофному снижают проективное покрытие до нескольких процентов или выпадают из состава фитоценоза. Связано это с тем, что мхи поглощают воду всем своим телом, что приводит к быстрой аккумуляции токсичных веществ.

Если проанализировать биотопическую приуроченность наиболее распространенных семейств сосудистых растений в районе исследований (табл. 6), то можно заметить, что все представители злаков и ивовых относятся к мезо-эвтрофным и эвтрофным видам, и половина представителей осоковых принадлежит к мезотрофным и мезо-эвтрофным видам.

А. А. Зверев и Л. Г. Бабешина [2009] указывают, что использование растений в качестве индикаторов условий местообитаний вместо прямых измерений физических или химических параметров среды имеет несколько важных преимуществ: 1) дает интегральную, сглаженную по времени (усредняются суточные, сезонные и многолетние флуктуации) оценку абиотических параметров; 2) позволяет оценить комплексные непрямодействующие факторы, не поддающиеся прямому инструментальному измерению (например, степень антропогенной трансформации местообитаний).

Именно по этой причине в настоящее время возрастает интерес к экологическим

Т а б л и ц а 6  
**Биотопическая приуроченность видов наиболее распространенных семейств сосудистых растений  
 в районе исследований**

Биотопическая приуроченность видов	Осоковые	Вересковые	Злаки	Ивовые
Олиготрофные	4	4	0	0
Олиго-мезотрофные	1	2	0	0
Мезотрофные	2	0	0	0
Мезо-эвтрофные	3	0	1	1
Эвтрофные	0	0	2	2

Оценка богатства и засоленности почв исследуемых участков на основе шкалы И. А. Цаценкина

Участок	Зона	Ступени	Почвы
1	Фон	13,7	Богатые
	Буфер	13,0	Довольно богатые
	Импакт	12,8	Довольно богатые
2	Импакт	19,1	Слабосолончаковатые
3	Фон	13,2	Довольно богатые
	Буфер	12,5	Довольно богатые
	Импакт	16,6	Слабосолончаковатые
4	Фон	12,6	Довольно богатые
	Буфер	13,7	Богатые
	Импакт	16,9	Слабосолончаковатые

шкалам. Всего известно более 25 опубликованных экологических шкал. В практике отечественной ботаники и экологии для Сибири наиболее востребована шкала Цаценкина [Зверев, Бабешина, 2009].

Расчеты показали (табл. 7) увеличение степени богатства и засоленности почв по мере приближения к шламовому амбару. Импактные зоны зачастую принадлежат к категории “слабосолончаковые”. Фоновые зоны относятся к категории “богатые” и “довольно богатые”, что говорит об условности выделения фоновых территорий.

Подтверждением условности выделения фоновых территорий послужил проведенный

кластерный анализ методом Варда с использованием Евклидова расстояния (рис. 10). Таким образом, влияние шламового амбара на растительный покров распространяется до расстояния как минимум 86–153 м. Четко выделяется импактная зона. Причиной этого, вероятно, является низкая скорость течения болотных вод. Ю. П. Демаков с соавт. [2012], резюмируя ряд исследований, утверждают, что о слабом перемещении грунтовых вод в болотах свидетельствует, в частности, пестрота их химического состава как в горизонтальном, так и в вертикальном направлениях. Болотная вода представляет собой вытяжку, в которую из торфа переходят эле-

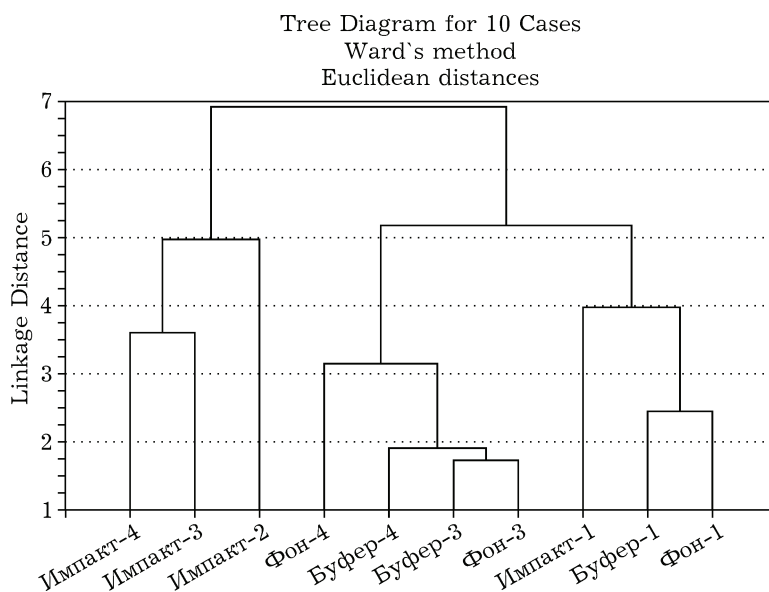


Рис. 10. Иерархическая классификация исследуемых зон

менты, находящиеся в наиболее подвижном состоянии и хорошо доступные растениям.

Стоит отметить, что участок 1 полностью попал в отдельный кластер. Выше уже говорилось, что на участке 1 располагается новый действующий шламовый амбар. Изменения растительного покрова начались недавно и происходят в настоящее время. В импактной зоне еще можно обнаружить виды, обычно произрастающие на фоновых или слабозагрязненных территориях. В ходе сукцесий наблюдается определенная инерционность растительности, поскольку смена растительного покрова всегда запаздывает по отношению к изменению условий среды: растения, характеризующие новую стадию развития болота, появляются позднее, в то время как многие виды растительности, в том числе и доминанты, сохраняются от предшествующей стадии [Демаков и др., 2012].

#### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, наблюдается определенная дифференциация в почвенно-растительном покрове, возникающая по градиенту концентрации загрязняющих веществ по мере удаления от источника воздействия – шламовых амбаров. По видовому составу и структуре растительных сообществ выделяются три зоны воздействия на верховые болота. В скобках приведено соотношение выделенных зон с аналогичными зонами, описанными О. В. Полкошниковой [1982].

1. Импактная зона (зона прямого антропогенного влияния на болотную растительность). Формирование зоны происходит при сильном химическом загрязнении торфяных почв и болотных вод от стоков из амбара, а также при изменении гидрологического режима болот, вызванного строительством обваловки амбара и внутрипромысловых дорог. Согласно шкале И. А. Цаценкина, почвы данной зоны относятся к категории “слабосолончаковые”. При отсутствии солевого загрязнения, увеличивается уровень видовой разнообразия и проективное покрытие у сосудистых растений, но сильно снижается проективное покрытие у сфагновых мхов, появляются адвентивные виды с низкими значениями обилия и константности. Зона характеризуется

явно выраженным доминантом и отсутствием субдоминантов. Исключительно к данной зоне приурочены представители семейства злаковых. Таким образом, появление злаков в составе растительного сообщества можно рассматривать как индикатор значительной эвтрофикации верховых болот.

2. Буферная зона (зона косвенного антропогенного влияния амбара на болотную растительность). Формируется при умеренном химическом загрязнении почв и болотных вод. По шкале Цаценкина почвы данной зоны относятся к категории “довольно богатые” и “богатые”. Представляет собой фитоценоз с максимальной выровненностью видов по обилию (относительно двух других зон), отсутствием доминирующих видов и наличием нескольких субдоминантов. Типичный пример протекания сукцессионного процесса: происходит постепенное выпадение отдельных видов растений и внедрение мезо- и эвтрофных видов. В остальном наблюдаются те же процессы, что и в первой зоне, но выраженные в меньшей степени.

3. Условный фон (зона скрытого влияния шламового амбара на болотную растительность). Формируется при слабом загрязнении торфяных почв и изменении химического состава болотных вод. По шкале Цаценкина почвы данной зоны относятся к категории “довольно богатые” и “богатые”. В растительном покрове изменений не наблюдается. Характеризуется наличием одного доминанта и двух субдоминантов. Иногда могут встречаться 1–2 адвентивных вида. В настоящее время территория крупных давно освоенных месторождений подвергается фоновой геохимической эвтрофикации, в связи с чем применительно к ним можно говорить именно об условном фоне, отличном от природного.

#### Список обнаруженных сосудистых растений

##### **Equisetaceae – Хвощевые**

1. *E. fluviatile* L. – Хвощ речной

##### **Pinaceae – Сосновые**

2. *Pinus sibirica* Du Tour – Сосна сибирская
3. *P. sylvestris* L. – С. обыкновенная

##### **Betulaceae – Березовые**

4. *Betula nana* L. – Береза карликовая

5. *B. pubescens* Ehrh. – Б. белая, пушистая

#### **Caryophyllaceae – Гвоздичные**

6. *Stellaria longifolia* Muehl. ex Willd. – Звездчатка длиннолистная

#### **Chenopodiaceae – Маревые**

7. *Chenopodium album* L. – Марь белая

8. *C. rubrum* L. – М. красная

#### **Polygonaceae – Гречишные**

9. *Rumex aquaticus* L. – Щавель водный

10. *R. confertus* Willd. – Щ. густой

#### **Droseraceae – Росянковые**

11. *Drosera anglica* Huds. – Росянка английская

12. *D. rotundifolia* L. – Р. круглолистная

#### **Ericaceae – Вересковые**

13. *Andromeda polifolia* L. – Подбел обыкновенный

14. *Chamaedaphne calyculata* (L.) Moench – Хамедафна обыкновенная

15. *Ledum palustre* L. – Багульник болотный

16. *Oxycoccus palustris* Pers. – Клюква болотная

17. *Vaccinium uliginosum* L. – Голубика

18. *V. vitis-idaea* L. – Брусника

#### **Primulaceae – Первоцветные**

19. *Naumburgia thyrsoiflora* (L.) Reichenb. – Наумбургия кистецветная

20. *Trientalis europaea* L. – Седмичник европейский

#### **Salicaceae – Ивовые**

21. *Populus tremula* L. – Тополь дрожащий, осина

22. *Salix cinerea* L. – Ива пепельная

23. *S. pentandra* L. – И. пятитычинковая

#### **Rosaceae – Розоцветные**

24. *Comarum palustre* L. – Сабельник болотный

25. *Rubus chamaemorus* L. – Морощка

#### **Onagraceae – Кипрейные**

26. *Epilobium palustre* L. – Кипрей болотный

#### **Umbelliferae – Зонтичные**

27. *Cicuta virosa* L. – Вех ядовитый

#### **Menyanthaceae – Вахтовые**

28. *Menyanthes trifoliata* L. – Вахта трехлистная

#### **Asteraceae – Сложноцветные**

29. *Bidens radiata* Thuill. – Черёда лучистая

30. *Tephrosieris palustris* (L.) Reichenb. – Крестовник скученный

#### **Rubiaceae – Мареновые**

31. *Galium palustre* L. – Подмаренник болотный

#### **Alismataceae – Частуховые**

32. *Alisma plantago-aquatica* L. – Частуха подорожниковая

#### **Scheuchzeriaceae – Шейхцериевые**

33. *Scheuchzeria palustris* L. – Шейхцерия болотная

#### **Cyperaceae – Осоковые**

34. *Carex canescens* L. – Осока сероватая

35. *C. lasiocarpa* Ehrh. – О. волосистоплодная

36. *C. limosa* L. – О. топяная

37. *C. pauciflora* Lightf. – О. малоцветковая

38. *C. magellanica* Lam. – О. заливная

39. *C. rostrata* Stokes – О. вздутая

40. *Eriophorum angustifolium* Honck. – Пушица многоколосковая, узколистная

41. *E. russeolum* Fries – П. рыжеватая

42. *E. vaginatum* L. – П. влагалищная

43. *Rhynchospora alba* (L.) Vahl – Очеретник белый

#### **Thyphaceae – Рогозовые**

44. *Thypha latifolia* L. – Рогоз широколистный

#### **Poaceae – Злаки**

45. *Calamagrostis langsdorffii* (Link) Trin. – Вейник Лангсдорфа

46. *Poa palustris* L. – Мятлик болотный

47. *Phragmites australis* (Gav.) Trin. ex Steud. – Тростник южный

#### **ЛИТЕРАТУРА**

Аветов Н. А., Шишконокова Е. А. Нефтяное загрязнение болот Западной Сибири // Природа. 2010. № 11. С. 14–24.



- Аветов Н. А., Шишконова Е. А. Понятие трофности в связи с антропогенной эвтрофикацией верховых болот Ханты-Мансийского Приобья // Бюл. Почв. ин-та им. В. В. Докучаева. 2013. Вып. 71. С. 36–51.
- Алехин В. В. Растительность СССР. М.: Сов. наука, 1951. 511 с.
- Бабушкин А. Г., Московченко Д. В., Пикунов С. В. Гидрохимический мониторинг поверхностных вод Ханты-Мансийского автономного округа – Югры. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 2007. 151 с.
- Базанов В. А., Савичев О. Г., Волостанов Д. В., Егоров Б. А., Крутовский А. О., Язиков Е. Г. Влияние шламовых амбаров на геохимическое состояние болотных экосистем в бассейне реки Васюган // Изв. Том. политех. ун-та. 2004. Т. 307, № 2. С. 72–75.
- Беляева Н. В., Григорьева О. И., Марко М. Г. Обилие и константность как показатели участия вида в сложении растительной ассоциации. URL: [http://science-bsea.bgita.ru/2009/les\\_2009/beljaeva\\_obilie.htm](http://science-bsea.bgita.ru/2009/les_2009/beljaeva_obilie.htm) (дата обращения 21.02.2013).
- Болота Западной Сибири – их роль в биосфере / под ред. А. А. Земцова. Томск, 2000. 72 с.
- Болотные системы Западной Сибири и их природоохранный значение / под ред. В. Б. Куваева. М., 2001. 584 с.
- Демаков Ю. П., Сафин М. Г., Швецов С. М. Сосняки сфагновые Марийского Полесья: структура, рост и продуктивность. Йошкар-Ола, 2012. 276 с.
- Зверев А. А., Бабешина Л. Г. Оценка условий местообитаний сфагновых мхов Западно-Сибирской равнины по ведущим экологическим факторам: объекты, материалы и методические основы // Вестн. Том. гос. ун-та. 2009. № 325. С. 167–173.
- Ким Е. В., Андреев О. В., Рядинский В. Ю. Модель загрязнения водных объектов от шламовых амбаров // Вестн. Тюмен. ун-та. 2010. № 3. С. 233–237.
- Конспект флоры Азиатской России: Сосудистые растения. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2012. 640 с.
- Методические указания по экологической оценке кормовых угодий тундровой и лесной зон Сибири и Дальнего Востока по растительному покрову / И. А. Цаценкин, И. В. Савченко, С. И. Дмитриева. М., 1978. 300 с.
- Мэгаран Э. Экологическое разнообразие и его измерение. М.: Мир, 1992. 181 с.
- Полкошников О. В. Влияние автомобильных дорог на растительность верховых болот Среднего Приобья (район нефтепромысла Самотлор): автореф. дис. ... канд. биол. наук. М., 1982. 23 с.
- Работнов Т. А. Фитоценология. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1983. 296 с.
- Раменский Л. Г., Цаценкин И. А., Чижиков О. Н., Антипин Н. А. Экологическая оценка кормовых угодий по растительному покрову. М.: Сельхозгиз, 1956. 472 с.
- Розенберг Г. С. Несколько слов об индексе разнообразия Симпсона // Самарская Лука, 2007. Т. 16, № 3 (21). С. 581–584.
- Слащева А. В. Почвенно-геохимическая оценка территории нефтяного месторождения в Среднем Приобье // Вест. Моск. ун-та. 2003. Сер. 5: География. № 3. С. 27–33.
- Хейкурайнен Л. Болота. М.: Лесн. пром-сть, 1983. 39 с.
- Шарова О. А. Экологические аспекты процесса бурения и способы утилизации буровых отходов // Геология, география и глобальная энергия. 2009. № 4 (35). С. 29–36.
- French H. M. Terrain, land use and waste drilling fluid disposal problems, Arctic Canada // Arctic. 1980. Vol. 33, N 4. P. 794–806.
- Johnstone J. F., Kokelj S. V. Environmental conditions and vegetation recovery at abandoned drilling mud sumps in the Mackenzie Delta Region, Northwest Territories, Canada // Ibid. 2008. Vol. 61, N 2. P. 199–211.

## The Influence of Waste Pits on Species Composition and Structure of Raised Bogs' Plant Communities in the Middle Ob Area

S. A. KOZLOV, N. A. AVETOV

*Lomonosov Moscow State University, Soil science Department  
119991, Moscow, Vorobyovy gory  
E-mail: serg.kozlov1989@yandex.ru; awetowna@mail.ru*

The paper concerns the changed structure of disturbed plant communities of raised bogs surrounding drilling waste pits. The study area was located within the territory of one of the biggest oilfields in the Middle Ob area (a subzone of middle taiga). A list of found species of vascular plants and the information about the dominant species of mosses were provided.

**Key words:** Khanty-Mansi Autonomous Okrug (Yugra), the Middle Ob area, drilling waste pits, species composition, plant communities structure.