

ИССЛЕДОВАНИЕ ГРУППОВОГО СОСТАВА ТОРФОВ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ

Приведены результаты изменения выхода группового состава в зависимости от типа, степени разложения и группы торфа.

Установлено, что наибольшее влияние указанных характеристик торфа проявляется для верхних малоразложившихся образцов.

Ключевые слова: торф, групповой состав, степень разложения, тип, характеристики растений-торфообразователей, биохимическая устойчивость.

N.V. Chukhareva

THE RESEARCH OF PEAT GROUP COMPOSITION IN TOMSK REGION DEPOSITS

The results of changes in the group composition output depending on the peat type, decomposition degree and group are given.

It is determined that the greatest influence of the above mentioned peat characteristics shows up for upper samples with little decomposition degree.

Key words: peat, group composition, decomposition degree, type, peat-forming plant characteristics, biochemical stability.

Введение. Томская область, с богатейшими торфяными ресурсами, является мощной сырьевой базой, требующей детального изучения характеристик торфа, важнейшей из которых является содержание в нем отдельных групповых составляющих. Поэтому значительный интерес представляет определение особенностей группового состава в зависимости от природы исходного вещества.

Цель работы. Изучение влияния типа, группы и степени разложения торфа на изменение выхода его групповых составляющих.

Объекты и методы исследования. Образцы верхового, переходного, низинного торфа степени разложения R от 5 до 45 % были отобраны с 11 месторождений Томской области.

Ботанический состав и степень разложения R определены по стандартной методике [1]. Технический анализ (влажность аналитической пробы W^a , зольность на сухое вещество A^d , выход летучих веществ на горючую массу V^{daf}) проведен согласно [2–4]. Полученные характеристики приведены в таблице 1.

Таблица 1

Характеристика объектов исследования

Вид торфа, шифр	Основные растения-торфообразователи, %	R, %	Технический анализ, %		
			W^a	A^d	V^{daf}
1	2	3	4	5	6
<i>Верховой торф</i>					
Сфагново-мочажинный, ВСМ-5	Сфагнум фускум, магелланикум, ангустифолиум, балтикум (90)	5	8,4	1,9	77,7
Фускум-торф, ВФ-5	Сфагнум фускум (80)	5	7,9	2,1	76,0
Сфагновый, ВС-5	Сфагнум магелланикум (50)	5	7,0	4,2	76,2
Фускум-торф, 1 ВФ-10	Сфагнум фускум (80)	10	6,2	1,3	82,6
Магелланикум-торф, ВМ-10	Сфагнум магелланикум (55), фускум (25)	10	7,8	2,9	74,9
Сфагново-мочажинный, 1ВСМ-15	Сфагнум майус (15), куспидатум (25), ензении (20), магеллан. (10)	15	7,6	2,4	77,3
Фускум-торф, 2 ВФ-20	Сфагнум фускум (70)	20	10,5	3,1	80,3
Пушицево-сфагновый, ВПС-25	Пушица (25), сфагнум фускум (5), ангустифолиум (55)	25	8,2	2,9	73,5

1	2	3	4	5	6
Пушицево-сфагновый, 1 ВПС-35	Пушица (80), сфагнум фускум (15); кустарнички, сосна (5)	35	6,6	3,8	71,0
Шейхцериевый, ВШ-40	Шейхцерия (55), сфагнум фускум (5), магелланикум (10)	40	9,4	3,7	72,3
<i>Переходный торф</i>					
Шейхцериевый, ПШ-20	Шейхцерия (65), пушица (10); сфагнум магелланикум (10)	20	7,4	8,4	73,7
Пушицево-сфагновый, ППС-25	Пушица (30); сфагнум фускум (20), магелланикум (20)	25	6,7	6,6	69,4
Осоково-сфагновый, ПОС-30	Сфагнум фускум (15), магелланикум (20), осока топяная (35)	30	7,2	4,4	71,1
<i>Низинный торф</i>					
Осоково-гипновый, НОГ-25	Гипновые мхи (70), осока топяная (15), осока вздутая (5); вахта (5)	25	8,2	8,9	70,7
Осоковый, 2 НО-25	Вахта (55), осока топяная (40)	25	17,4	7,2	71,7
Древесный, НД-30	Древесина хвойных пород (40)	30	7,1	10,3	68,3
Древесно-осоковый, НДО-30	Осока топяная и сблизенная (55), древесные остатки (сосна) (25)	30	19,6	8,3	70,4
Осоковый, НО-35	Осока вздутая (65), топяная (5)	35	8,1	7,9	68,4
Осоковый, 1 НО-35	Осока вздутая (50), топяная (40)	35	7,6	6,1	70,4
Осоково-гипновый, 1 НОГ-45	Гипновые мхи (65), осока вздутая (10), осока топяная (5)	45	10,2	9,9	70,4

Результаты и обсуждение. Экспериментальные данные по выходу групповых составляющих, определенных по [5], представлены в таблице 2.

Таблица 2

Содержание в торфе групповых составляющих

Шифр торфа	Групповой состав, % на <i>daf</i>					
	<i>Б</i>	<i>ВРВ</i> + <i>ЛГВ</i>	<i>ФК</i>	<i>ГК</i>	<i>Ц</i>	<i>НГО</i>
<i>Верховой торф</i>						
ВСМ-5, ВФ-5, ВС-5	4,6-4,4-3,7	53,6-52,6-47,7	15,6-16,2-14,7	9,0-10,0-18,0	9,0-7,2-7,0	8,2-9,6-8,9
1 ВФ-10, ВМ-10	3,9-4,0	40,2-52,4	18,8-18,5	20,0-10,1	7,1-7,0	10,0-8,0
1 ВСМ-15	4,6	49,8	16,1	14,3	5,3	9,9
2 ВФ-20	4,4	46,1	17,5	16,2	5,6	10,2
ВПС-25	6,3	32,6	18,3	25,0	5,4	12,4
1 ВПС-35	8,2	31,3	18,6	28,0	5,7	8,2
ВШ-40	8,0	30,3	19,7	28,9	2,8	10,3
<i>Переходный торф</i>						
ПШ-20	4,3	33,2	17,2	30,4	2,0	12,9
ППС-25	3,4	35,9	11,1	34,1	3,5	12,0
ПОС-30	5,0	39,3	18,6	25,2	3,0	10,0
<i>Низинный торф</i>						
НОГ-25, 2 НО-25	3,0-2,2	33,5-28,5	13,0-11,8	30,0-38,0	2,3-2,0	18,2-17,5
НД-30, НДО-30	4,4-4,2	27,5-28,7	10,6-12,1	43,9-35,0	2,1-1,9	11,9-14,1
НО-35, 1 НО-35	2,9-3,1	26,2-27,6	12,7-12,0	40,0-38,3	1,9-2,0	16,5-17,0
1 НОГ-45	3,1	28,3	13,0	38,0	1,7	15,9

Примечание. *Б* – битумы; *ВРВ* – водорастворимые вещества; *ЛГВ* – легкогидролизующие вещества; *ФК* – фульвокислоты; *ГК* – гуминовые кислоты; *Ц* – целлюлоза; *НГО* – негидролизующий остаток.

Как следует из полученных данных, наибольший выход представлен ВРВ+ЛГВ – от 26,0 до 53,6 % и ГК – от 9,0 до 43,9 %. Выход ФК находится от 10,6 до 19,7 %, НГО – от 8,0 до 18,2 %; битумов – от 2,2 до 8,2 % и трудногидролизуемых веществ (целлюлозы) – от 1,7 до 9,0 % на *daf* соответственно.

Рассмотрим влияние типа торфа на содержание в нем битумов. При переходе от верховых торфов к низинным (табл. 2) получено: $B_{\text{верх}} (3,7...8,2 \%) > B_{\text{перех}} (3,4...5,0 \%) > B_{\text{низин}} (2,2...4,2 \%)$. Данные результаты соответствуют общим характеристикам европейских, западносибирских и алтайских торфов [6–11]. Как показано в исследованиях [12, 13], выявленная тенденция зависит от различного начального содержания битумов в растениях-торфообразователях верхового торфа и их характеристик (содержание парафиновых, предельных углеводородов и их производных). Более высокая битуминозность верхового торфа также определяется и вторичными, протекающими в нем процессами. Авторы [14] указывают на синтез смолистой части битумов за счет конденсации высокополимерных гуминовых кислот с сахарами и альдегидами. При этом происходит не только накопление ГК в результате распада органической части, но и превращение их в битумные вещества при взаимодействии кислот с продуктами неполного разложения (клетчаткой, пектиновыми веществами и др.). Подтверждением вышеизложенному являются данные [13], свидетельствующие о более высоком содержании в битумах смолы для верховых торфов (16,6...44,4 %) по сравнению с низинными (7,4...37,2 %).

Аналогично битумам получена зависимость для выхода целлюлозы: $C_{\text{верх}} (2,8...9,0 \%) > C_{\text{перех}} (2,0...3,5 \%) > C_{\text{низин}} (1,7...2,3 \%)$. Этот факт вызывает кажущееся на первый взгляд противоречие, связанное с содержанием целлюлозы в растениях-торфообразователях: в среднем для сфагновых мхов до 20 %, для древесины 35–40 % [12]. Но в процессе торфообразования, при условиях богатого минерального питания и интенсивной деятельности микроорганизмов, происходит взаимодействие целлюлозы с другими органическими соединениями и продуктами их распада, что приводит к существенному снижению ее содержания в торфе низинного типа. У сфагновых мхов, содержащих антисептики, содержание целлюлозы изменяется мало вследствие консервации органического вещества и биохимической устойчивости.

Отмечено снижение выхода ФК при переходе от верхового типа к низинному: $FK_{\text{верх}} (14,7...19,7 \%) > FK_{\text{перех}} (11,1...18,6 \%) > FK_{\text{низин}} (10,6...13,0 \%)$. Это объясняется тем, что в условиях более глубокого разложения торфа и высокой биологической активности фульвокислоты как менее устойчивые низкомолекулярные вещества гуминового комплекса преобразуются в гуминовые, вследствие чего их количество уменьшается.

Выход части углеводного комплекса представлен: $ВРВ+ЛГВ_{\text{верх}} (30,3...53,6 \%) > ВРВ+ЛГВ_{\text{перех}} (33,2...39,2 \%) > ВРВ+ЛГВ_{\text{низин}} (26,0...33,5 \%)$. Причем уменьшение этих веществ в торфе, согласно [5, 12], всегда сопровождается ростом выхода гуминовых кислот, что подтверждено нашими данными: $ГК_{\text{верх}} (9,0...28,9 \%) < ГК_{\text{перех}} (25,2...34,1 \%) < ГК_{\text{низин}} (30,0...43,9 \%)$.

Изменение содержания негидролизуемых веществ аналогично ГК: $НГО_{\text{верх}} (8,0...12,4 \%) < НГО_{\text{перех}} (10,0...12,9 \%) < НГО_{\text{низин}} (11,9...18,2 \%)$.

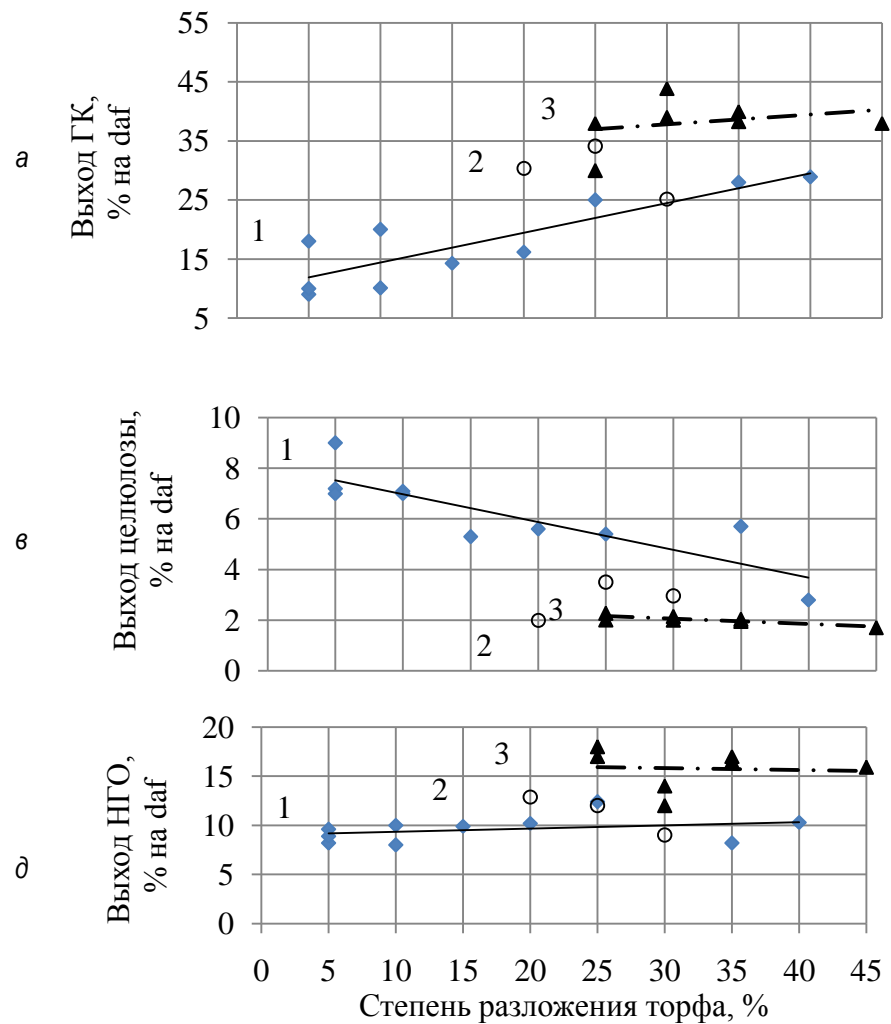
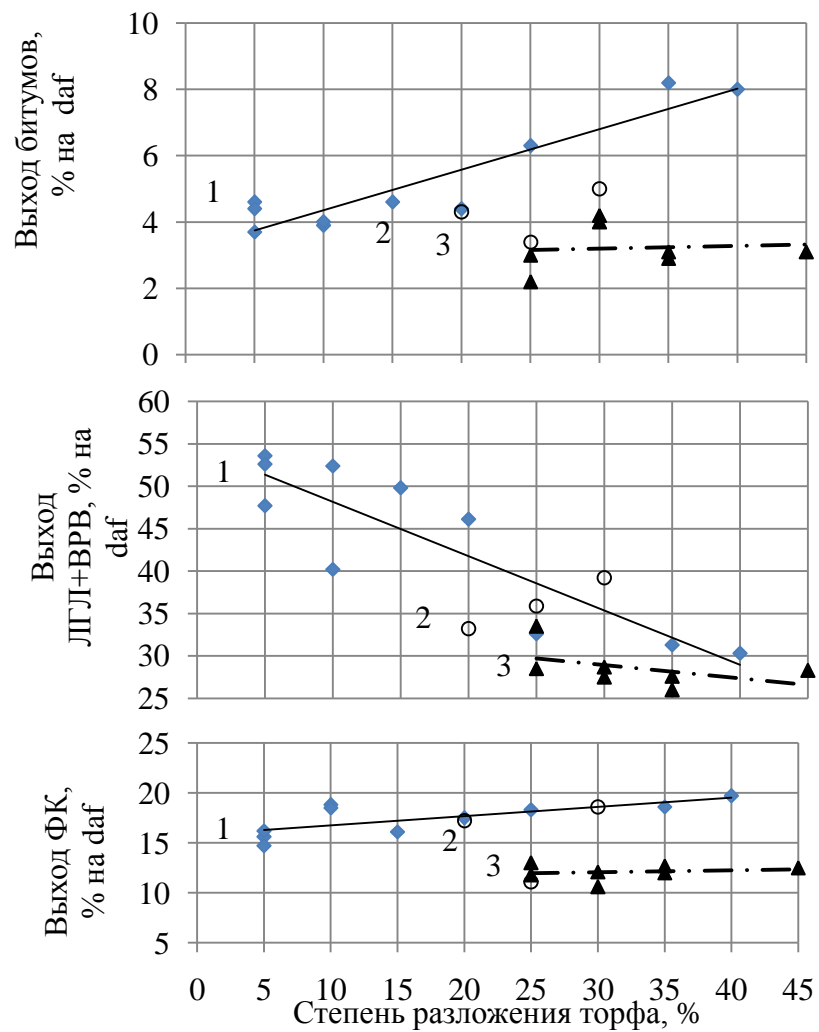
Таким образом, исследованные верховые торфа характеризуются большим выходом углеводного комплекса, ФК и битумов, в то время как для низинных торфов характерно большее содержание гуминовых кислот и НГО.

Влияние степени разложения торфа на содержание групповых составляющих наиболее четко прослеживается для образцов верхового типа. При росте R от 5 до 40 % возрастает содержание битумов, ГК, незначительно НГО и ФК (см. табл. 2, рис.). При этом механизм распада органического вещества, проходящий через стадию образования сначала фульвокислот, а затем гуминовых, в верховых малоразложившихся торфах менее выражен. Объем накопления фульвокислот при увеличении R значительно меньше, чем гуминовых [12].

Содержание углеводного комплекса в верховых торфах при переходе R от 5 до 40 % изменяется в обратном порядке, что подтверждают данные [15] о более высоком содержании этих ГС среди репрезентативных верховых малоразложившихся торфов южно-таежной зоны Западной Сибири.

Для торфов переходного типа зависимость не получена, для низинного типа – изменения по выходу ВРВ+ЛГВ, ГК, целлюлозы, вследствие роста R от 25 до 45 %, выражены в меньшей степени, чем для верхового. Для битумов ФК и НГО зависимость не определена.

Влияние типа и R торфа на его групповой состав находится в тесной взаимосвязи с особенностями ботанического состава, проследить которые возможно используя средние показатели ГС для верховых и низинных торфов различных групп: моховой (М), травяно-моховой (Т-М), травяной (Т), древесно-травяной (Д-Т) и древесной (Д). Результаты приведены в таблице 3.



Влияние степени разложения верхового (1), переходного (2), низинного (3) торфа на выход групповых составляющих: а – битумы; б – гуминовые кислоты; в – ЛГВ + ВРВ; г – целлюлоза; д – фульвокислоты; е – негидролизуемый остаток

Среднее содержание группового состава в зависимости от типа и группы торфа

Тип торфа	Группа торфа									
	М	Т-М	Т	Д-Т	Д	М	Т-М	Т	Д-Т	Д
	Изменение среднего выхода ГС, % отн.									
	Бср.					ВРВ+ЛГВср.				
Верховой	4,1	7,3	8,0	-	-	49,5	32,0	30,3	-	-
Низинный	-	3,1	2,7	4,2	4,0	-	30,9	27,4	28,7	27,5
	ФКср.					ГКср.				
Верховой	16,7	18,5	19,7	-	-	13,8	26,5	28,9	-	-
Низинный	-	13,0	12,2	12,1	10,6	-	34,0	38,8	39,0	43,9
	Цср.					НГОср.				
Верховой	6,9	5,6	2,8	-	-	9,0	10,3	10,3	-	-
Низинный	-	2,0	2,0	1,9	2,1	-	17,1	17,0	14,1	11,9

Моховая группа представлена верховыми образцами торфа ($R = 5-20\%$). Травяно-моховая ($R = 25-35\%$ и $R = 25-45\%$) и травяная ($R = 40\%$ и $R = 25-35\%$) группы – верховыми и низинными. Древесно-травяная ($R = 30\%$) и древесная ($R = 30\%$) группы – низинными торфами.

Как следует из данных таблицы 3, повышенное содержание битумов характерно для верховых торфов травяно-моховой и травяной групп, в ботаническом составе которых содержится от 50 до 70 % пушицы и 70 % шейхцерии (ВПС-25, 1 ВПС-35, ВШ-40). Согласно исследованиям [5, 9, 12], пушица и шейхцерия характеризуются высоким выходом липидов, и фракции этих растений относятся к медленно разлагающимся, что, в конечном итоге, и определяет более высокую битуминозность данных образцов торфа по сравнению с образцами моховой группы.

Таким образом, для исследованных верховых торфов, в зависимости от группы торфа, получено следующее изменение $Бср_{\text{верх}}$: моховая < травяно-моховая < травяная (от 4,1 до 8,0 %).

В ряду низинных торфов самое высокое значение $Бср_{\text{низин}}$ характерно для древесно-травяной и древесной групп (НД-30, НДО-30). На повышенную битуминозность низинных торфов этих групп для месторождений Томской области указано в работе [13]. Объяснить полученное можно исходя из исследований [12, 14]: одно из ведущих мест среди битумообразователей занимают производные фенантренового ряда и терпены, которые содержатся в хвойной древесине (образец НД-30 содержит древесину сосны 35 %, образец НДО-35 – древесину сосны и др. хвойных 40 %, табл. 1). Таким образом, установить влияние группы для низинных торфов возможно только при объединении: $Бср_{\text{низин}}$ травяно-моховой и травяной групп < $Бср_{\text{низин}}$ травяно-древесной и древесной.

Среднее содержание углеводных компонентов ВРВ+ЛГВср._{верх}, в зависимости от их группы, находится в ряду: моховая > травяно-моховая > травяная (от 49,5 до 30,3 %). Это обусловлено тем, что устойчивость водорастворимых и легкогидролизуемых веществ в торфогенном слое определяется структурой и способами защиты растений-торфообразователей после их отмирания. Так, сфагновые мхи в своем составе содержат большое количество антисептиков (летучие и нелетучие фенолы), которые и являются консервантами этих ГС.

Для низинных осоково-гипновых торфов травяно-моховой группы показатель $ВРВ+ВРВср_{\text{низин}}$ имеет несколько большее значение (30,9 %) по сравнению с осоковым, древесно-осоковым и древесным торфами травяной, древесно-травяной и древесной групп, в которых $ВРВ+ВРВср_{\text{низин}}$ изменяется от 28,7 до 27,4 %. Полученное, согласно [12], зависит от состава зеленых гипновых мхов, которые отличаются высоким содержанием протогуминов, а в условиях торфяной залежи происходит накопление фенольных групп (консервантов) за счет процесса их дегидратации. В результате – более высокая устойчивость низинных торфов травяно-моховой группы.

$ФКср_{\text{верх}}$ получены в пределах от 16,7 до 19,7 % при переходе: моховая < травяно-моховая < травяная группа, что коррелирует и с влиянием степени разложения торфа. Для низинных торфов $ФКср_{\text{низин}}$ снижается от 13,0 до 10,6 % в ряду: травяно-моховая > травяная, древесно-травяная > древесная группа.

Значения по среднему выходу ГК для верховых и низинных торфов увеличиваются от моховой к древесной группе: для $GK_{ср.верх}$ – от 13,8 до 28,9 %, для $GK_{ср.низин}$ – от 34,0 до 43,9 %.

Изменение $C_{ср.верх}$, в зависимости от группы торфа, определено в порядке: моховая > травяно-моховая > травяная группа (от 6,9 до 1,9 %). Что касается низинного торфа, то зависимость не установлена (аналогично с R) вследствие полученного узкого интервала изменения $C_{ср.низин}$ от 1,9 до 2,1 %.

Минимальное значение $HGO_{ср.}$ (9,0 %) определено для верхового торфа моховой группы. Для пушице-сфагновых торфов травяно-моховой и шейхцериевого торфа травяной групп $HGO_{ср.} = 10,3$ %. Полученное соответствует соотношению между степенью разложения и выходом негидролизуемых веществ и подтверждает данные [12], свидетельствующие, что при переходе от моховой группы верховых торфов к травяной может наблюдаться некоторое увеличение негидролизуемых веществ. Для низинных торфов показатель $HGO_{ср.низин}$ снижается от 17,1 до 11,9 % в ряду: травяно-моховая > травяная > травяно-древесная > древесная группа.

Выводы

1. Для образцов верхового торфа по сравнению с низинным характерно большее содержание битумов, фульвокислот, углеводного комплекса, в то время как для образцов низинного торфа характерно большее содержание гуминовых кислот и негидролизованного остатка.

2. Зависимость влияния степени разложения торфа на выход групповых составляющих более выражена для торфов верхового типа: с ростом R увеличивается выход битумов, гуминовых и фульвокислот, выход углеводного комплекса снижается.

3. Содержание битумов, фульвокислот, гуминовых кислот и негидролизованного остатка для верхового торфа находится в ряду: моховая < травяно-моховая < травяная группа. Выход целлюлозы и ВРВ+ЛГВ имеет обратную зависимость.

4. При переходе от травяно-моховой к древесной группе низинных торфов получено увеличение выхода гуминовых кислот и снижение выхода негидролизованного остатка. Содержание остальных групповых составляющих имеет более сложный характер в зависимости от группы низинного торфа.

Литература

1. ГОСТ 28245-89. Торф. Методы определения ботанического состава и степени разложения. – М.: ФГУП «Стандартинформ», 2006. – 7 с.
2. ГОСТ 11305-83. Торф. Методы определения влаги / Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии. – URL: <http://protect.gost.ru>.
3. ГОСТ 11306-83. Торф и продукты его переработки. Методы определения зольности / Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии. – URL: <http://protect.gost.ru>.
4. ГОСТ 6382-2001. Топливо твердое минеральное. Методы определения выхода летучих веществ / Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии. – URL: <http://protect.gost.ru>.
5. Лиштван И.И., Король Н.Т. Основные свойства торфа и методы их определения. – Минск: Наука и техника, 1975. – 320 с.
6. Тарновская Л.И. Закономерности изменения группового состава торфа в процессе термолиза: дис. ... канд. техн. наук. – Томск, 1985. – 199 с.
7. Белькевич П.И., Гайдук К.А., Минкевич М.И. Исследование термического разложения отдельных компонентов тростникового торфа // Изв. АН БССР. Сер. хим. наук. – 1971. – № 5 – С. 53–56.
8. Houminer J., Patai S. Pyrolytic reactions of carbohydrates. Part II. Thermal decomposition of D-glucose in the presence of additives-Ilsreal // Journaj Ghemistry. – 1969. – V. 7. – № 4. – P. 513–524.
9. Косых Н.П., Мироньчева-Токарева Н.П., Паршина Е.К. Фитомасса, продукция и разложение растительных остатков в олиготрофных болотах средней тайги Западной Сибири // Вестн. ТГПУ. – 2009. – Вып. 3. – С. 63–69.
10. Ларина Г.В., Иванова А.А., Казанцева Н.А. Групповой состав органического вещества торфов Горного Алтая и некоторые структурные характеристики гуминовых кислот // Вестн. ТГПУ. – 2009. – № 3. – С. 110–115.

11. *Preis U.I., Antropova N.A.* Permafrost as a main factor of Western Siberia peatlands // West Siberian peatlands and carbon cycle: past and present. Proc. Int Peat symposium. – Noyabrsk, 2001. – P. 198–201.
12. *Раковский В.Е., Пигулевская Л.В.* Химия и генезис торфа. – М.: Недра, 1978. – 231 с.
13. Битуминовые торфа Томской области / *В.С. Архипов* [и др.]. – Томск: STT, 2008. – 240 с.
14. *Литван И.И., Гамаюнов Н.И., Терентьев А.А.* Физика и химия торфа. – М.: Недра, 1989. – 304 с.
15. *Шинкеева Н.А., Маслов С.Г., Архипов В.С.* Характеристика группового состава органического вещества отдельных репрезентативных торфов таежной зоны Западной Сибири // Вестн. ТГПУ. – 2009. – № 3. – С. 116–119.

