

НАУКИ О ЗЕМЛЕ

УДК 553.048

В.К. Бернатонис, Ю.И. Прейс, П.В. Бернатонис

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЛОТНОСТИ СЕТИ ОПРОБОВАНИЯ НА МЕСТОРОЖДЕНИЯХ ТОРФА

Изучена изменчивость зольности, степени разложения и ботанического состава торфа на месторождениях Томской области. Сделан вывод о возможности разрежения сети опробования торфяных залежей.

Ключевые слова: торф; свойства; изменчивость; опробование.

К числу основных оценочных параметров, которые изучаются в процессе опробования месторождений торфа, относятся зольность, степень разложения и ботанический состав торфа.

Зольность, степень разложения и ботанический состав торфа определяются в послонных (0,25 м) пробах. Эти параметры необходимы для установления видов и категорий торфяного сырья, определяющих возможные направления его использования. Что касается ботанического состава торфа, то при выделении видов и категорий торфяного сырья достаточно определить лишь тип торфа (верховой, переходный, низинный). При подсчете запасов объема торфа распределяются по категориям сырья пропорционально количеству послонных проб, отнесенных к каждой категории.

Следует отметить, что в ряде случаев (битуминозное сырье, подстилка, тепло-звукоизоляционное сырье и др.) необходимо определять не только тип, но и вид торфа.

Плотность сети опробования торфяной залежи зависит от категории запасов и определяется табличным способом по величинам коэффициентов вариации зольности и степени разложения торфа. Решающее значение при выборе плотности сети опробования отводится наиболее изменчивому параметру.

Ботанический состав торфа при определении плотности сети опробования не учитывается, т.к. типы торфа всегда имеют плавный и закономерный характер изменчивости, а видовой состав торфов для практических целей интересен лишь изредка.

Существующие обязательные инструкции и методические указания по разведке месторождений торфа [1–3] давно уже не отвечают современным экономическим условиям, противоречат новым нормативно-правовым документам в области недропользования и нуждаются в существенной переработке. Поэтому авторами статьи была изучена изменчивость зольности, степени разложения и ботанического состава торфа на месторождениях Томской области с целью выработки рекомендаций по совершенствованию методики их разведки.

Изменчивость этих параметров на месторождениях изучали с использованием баз данных, созданных в лаборатории программного обеспечения Сибирского НИИ сельского хозяйства и торфа СО РАСХН [4].

Анализ плотности сети опробования авторы выполнили на 70 торфяных месторождениях Томской области по методу последовательного разрежения. Сеть опробования разрежали с использованием датчика случайных чисел, ограничив конечную операцию тремя пунктами опробования и 20 послонными пробами торфа. В исходных выборках определяли среднюю зольность и степень разложения торфа, а также коэффициенты вариации этих параметров. На каждом этапе разрежения дополнительно подсчитывали величины погрешности (%) определения средней зольности, средней степени разложения и коэффициентов вариации этих параметров по отношению к их исходным значениям. Результаты разрежения сети опробования торфяных залежей приведены в табл. 1.

Таблица 1

Анализ плотности сети опробования по методу разрежения

Тип залежи	Месторождение (участок)	Исходное количество пунктов опробования	Степень разрежения, при которой погрешность определения оценочных параметров превышает 10%			
			$\Delta \bar{A}$	ΔV_A	$\Delta \bar{R}$	ΔV_R
1	2	3	4	5	6	7
Н	Суховское	100	16	16	–	16
	Пойменное	10	–	–	–	2
	Полуденовское I	187	8	8	–	2
	Березовское	47	8	4	–	–
	Клюквенное	111	–	8	–	4
	Темное	51	8	2	–	8
	Комаровка	42	–	8	–	4
	Суйгинское	21	2	2	–	4
	Кулмановское	55	4	4	8	8
	Лучай	54	–	2	–	–
	Карасевое	115	16	16	–	16
	Колпашевское	22	2	4	–	4
	Чангарское	215	32	8	32	–
	Дубровка	11	2	–	–	–

1	2	3	4	5	6	7
	Ургамское	25	2	2	2	2
	Центральное	75	—	4	—	—
	Кусково	43	—	8	—	8
	Озерное	163	8	32	—	—
	Барнауловское	22	4	4	—	—
Н	Карабушкинское	34	4	—	—	4
	Васюганское (уч. 5)	45	8	4	—	4
	Югинское	47	8	8	—	4
	Поротниково	43	4	—	—	—
	Гусевское	20	—	4	—	—
	Кайтас 1	66	—	2	8	4
	Аркадьево	62	8	8	—	8
	Васюганское (уч. 22)	134	—	4	—	8
	Семиозерье	29	4	2	4	2
	Чаинское	33	—	—	—	—
П	Потеряевское	22	2	4	4	—
	Сухое-Вавиловское	57	—	8	—	4
	Полуденовское 1	44	4	4	—	4
	Полуденовское 2	27	4	2	4	4
	Чистое	22	4	2	—	—
	Березовское	72	4	2	8	8
	Комаровка	35	—	—	—	4
	Лучай	14	—	2	—	2
	Карасевое	68	4	2	8	8
	Колпашевское	46	8	4	—	8
	Чангарское	13	2	2	2	2
	Дубровка	30	4	2	—	—
	Саим	11	2	2	—	2
	Центральное	93	4	2	—	16
	Тузейга	21	2	2	2	2
	Озерное	16	2	2	—	—
	Васюганское (уч. 5)	152	2	2	—	16
	Кайтас 1	55	—	2	—	8
	Васюганское (уч. 22)	129	—	4	—	16
	Семиозерье	19	—	2	—	—
Ларино	42	4	4	—	2	
В	Полуденовское 1	67	4	2	4	—
	Полуденовское 2	282	16	4	8	16
	Чистое	59	4	4	4	8
	Березовское	169	—	4	—	16
	Кулигино	13	—	2	—	2
	Комаровка	32	2	2	—	—
	Карасевое	94	16	2	—	—
	Колпашевское	178	8	2	32	32
	Чангарское	11	—	2	—	—
	Дубровка	192	—	2	32	—
	Саим	45	4	4	—	2
	Центральное	248	16	16	—	8
	Тузейга	31	4	2	—	4
	Васюганское (уч. 5)	767	8	16	64	32
	Югинское	15	—	2	—	—
	Кайтас 1	44	—	4	8	—
	Васюганское (уч. 22)	321	16	2	16	32
	Семиозерье	152	8	2	8	—
	Глыбино	16	—	—	—	—
	Ларино	87	4	2	—	2

Примечание. Относительная погрешность вычисления (%): $\overline{\Delta A}$ – средней зольности торфа; ΔV_A – коэффициента вариации зольности торфа; $\overline{\Delta R}$ – средней степени разложения торфа; ΔV_R – коэффициента вариации степени разложения торфа. Прочерк – относительная погрешность вычисления оценочных параметров не превышает 10% даже при максимальном разрежении сети опробования.

Из данных табл. 1 отчетливо видно, что изменчивость зольности и степени разложения торфа практически не зависит от типа торфяных залежей. При этом средняя зольность и степень разложения торфа изменяются в процессе разрежения сети опробования менее интенсивно, чем коэффициенты их вариации. Погрешность вычисления средней зольности и коэффициентов ее вариации достигает предельно допустимой величи-

ны (10%) при значительно меньшем числе разрежений, нежели погрешность определения средней степени разложения и коэффициентов ее вариации.

На 38 изученных месторождениях погрешность определения хотя бы одного из оценочных параметров (\overline{A} , V_A , \overline{R} , V_R) превышает допустимую величину (10%) при разрежении сети опробования в 2 раза, на 21 – в 4 раза, на 7 –

в 8 раз, на 2 – в 16 раз. И лишь на месторождениях Чаинское и Глыбино погрешность определения оценочных параметров не превышает 10% при разрежении сети опробования до заданного предела (3 пункта).

Существующий способ определения плотности сети опробования торфяных залежей учитывает лишь уровень изменчивости зольности и степени разложения торфа, но не характер их изменчивости. В рядовом случае зольность и степень разложения торфа обычно закономерно увеличиваются с глубиной торфяных залежей. Поэтому плотность сети опробования должна определяться не по величинам коэффициентов вариации зольности и степени разложения торфа, а в зависимости от количества выделенных на месторождении однородных по строению типовых (стратиграфических) участков. Количество пунктов опробования на таких участках должно быть одинаковым независимо от их площади [5].

Изменчивость ботанического состава торфов на уровне видов изучали на 28 месторождениях путем разрежения сети опробования с использованием датчика случайных чисел. На каждом этапе разрежения число пунктов отбора проб уменьшали в два раза по сравнению с предыдущим.

Для оценки степени изменчивости видового состава торфов применяли критерий χ^2 с целью проверки простой гипотезы H_0 , которой соответствует распределение (p_1, p_2, \dots, p_m) , $\sum_{k=1}^m p_k = 1$ [6]. Иными словами, пусть наблюдается дискретная случайная величина ζ , принимающая значения из множества (x_1, x_2, \dots, x_m) . Гипотеза H_0 состоит в том, что величина ζ принимает значение x_k с вероятностью p_k , $k = 1, \dots, m$. Для проверки этой гипотезы используется статистика

$$\chi^2 = \sum_{k=1}^m \frac{(v_k - np_k)^2}{np_k},$$

где (v_1, v_2, \dots, v_m) – частота результатов наблюдений в выборке объема $n = \sum_{k=1}^m v_k$.

При $n \rightarrow \infty$ распределение статистики χ^2 стремится к χ^2 – распределению с $m-1$ степенями свободы.

Предельное распределение не зависит от вида исходного дискретного распределения. Критерий χ^2 определяется следующим образом.

Пусть $\chi_{\alpha}^2(m-1)$ – квантиль уровня $1-\alpha$ распределения χ^2 с $m-1$ степенями свободы, т.е. $\alpha = P\{\chi^2 > \chi_{\alpha}^2(m-1)\}$. Тогда гипотеза H_0 отвергается, если статистика χ^2 принадлежит критической области $\chi^2 > \chi_{\alpha}^2(m-1)$. При этом вероятность ошибки первого рода, т.е. вероятность отвергнуть правильную гипотезу H_0 , не превышает α . Значение $\chi_{\alpha}^2(m-1)$ можно взять из таблицы χ^2 -распределения.

Модификацию этого критерия применяли для определения принадлежности частичной выборки по видам торфа объема n , полученной при разрежении сети опробования, к полной выборке объема N . Каждый элемент выборки представляет собой дискретную случайную величину, которая принимает значения из множества $(1, 2, \dots, m)$, соответствующего множеству видов торфа. Модификация критерия состоит в том, что вместо вероятностей p_k появления вида торфа k в полной выборке используются выборочные вероятности $p_k = \mu_k/N$, где μ_k – частота появления видов торфа k в полной выборке. V_k – частота появления вида торфа k в частичной выборке. Для n и p_k должно выполняться условие $np_k \geq 5$, необходимое для корректности использования асимптотических результатов.

При анализе изменчивости ботанического состава исключали те виды торфа, для которых $p_k < 0,01$. Значение статистики χ^2 на каждом этапе брали как средневзвешенное по пяти случайным выборкам. Результаты статистической обработки представлены в табл. 2.

Таблица 2

Анализ изменчивости видового состава торфов по методу разрежения сети опробования

Месторождение (участок)	Тип залежи	Количество основных видов торфа	Статистика χ^2 фактическая при степени разрежения 2	Граница критической области $\chi_{\alpha}^2(m-1)$ при $1-\alpha = 0,95$	Степень разрежения, при которой выборка не соответствует исходной
1	2	3	4	5	6
Месторождения, статистически не допускающие разрежения сети опробования					
Полуденовское 1	ВСПН	5	13,27	9,49	2
Березовское	ВПНС	12	21,11	19,68	2
Темное	НВ	6	19,38	11,07	2
Карасевое	НВПС	12	25,63	19,68	2
Колпашевское	ВСПН	18	29,48	27,59	2
Чангарское	ВПН	5	12,90	9,49	2
Центральное	ВСПН	15	31,64	23,68	2
Тузейга	ВСПН	13	24,08	21,03	2
Югинское	ВПН	4	10,10	7,81	2
Васюганское (уч. 22)	ВСПН	16	25,88	25,00	2
Семиозерье	ВПНС	13	27,65	21,03	2
Потеряевское	Н	5	19,49	9,49	2
Сухое-Вавиловское	Н	5	12,07	11,07	2
Ларино	ВСП	8	16,42	14,07	2
Чистое	ВПН	12	16,64	19,68	4
Клоквенное	НВ	5	7,78	9,49	4
Комаровка	ВНПС	6	5,33	11,07	4
Кулмановское	Н	7	4,32	12,59	4
Лучай	НПС	9	7,94	15,51	4
Дубровка	ВСПН	7	11,05	12,59	4
Саим	В	15	18,55	23,68	4
Кусково	Н	6	10,80	12,59	4

1	2	3	4	5	6
Кайтас 1	ВСПН	11	16,52	18,31	4
Аркадьево	Н	8	13,83	14,07	4
Чаинское	Н	5	9,20	9,49	4
Глыбино	Н	8	9,78	14,07	4
Васюганское (уч. 5)	ВСПН	4	4,17	7,81	8
Полуденовское 2	ВСПН	5	4,00	9,49	8

На 14 месторождениях при разрежении исходной сети опробования в два раза гипотезу о принадлежности частичной выборки к полной отвергли для $\alpha = 0,05$. На других четырнадцати месторождениях гипотезу H_0 отвергли при степени разрежения 4 и 8.

Полученные данные свидетельствуют о существовании торфяных месторождений со слабой изменчивостью ботанического состава даже на уровне видов, что

определяется, по-видимому, стратиграфическими особенностями торфяных залежей.

В заключение отметим, что изменчивость изученных параметров на месторождениях торфа предопределяет возможность разрежения сети опробования при их разведке. Этот вопрос должен решаться недропользователем с учетом количества типовых участков на месторождениях, однородности их строения и исходя из сложившегося опыта работ и других начальных и конечных условий.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Дополнения и изменения к инструкции по разведке торфяных месторождений СССР* / Под общ. ред. В.Д. Маркова. М.: Торфгеология, 1987. 36 с.
2. *Инструкция к проведению поисковых и поисково-оценочных работ на торф* / В.Д. Марков, Л.С. Михантьева, В.Г. Матухина и др.; Отв. ред. В.П. Данилов. Новосибирск: СНИИГГиМС, 1994. 53 с.
3. *Инструкция по разведке торфяных месторождений СССР* / Под. ред. Н.Т. Короля, В.Д. Маркова, А.В. Предтеченского и др. М.: ПГО «Торфгеология», 1983. 193 с.
4. *Прейс Ю.И., Буркатовский Б.А., Антропова Н.А.* Автоматизированная информационно-поисково-оценочная система по торфяным ресурсам // Материалы региональной конференции геологов Сибири, Дальнего Востока и Северо-Востока России. Томск, 2000. Т. II. С. 420–423.
5. *Оленская Н.М., Шаврина И.И.* Оценка точности определения качественной характеристики торфов // Использование торфяных месторождений Северо-Запада: Сборник научных трудов. Л.: ВНИИТЦ, 1986. Вып. 56. С. 43–55.
6. *Королюк В.С., Горбенко Н.И., Скороход А.В., Турбин А.Ф.* Справочник по теории вероятностей и математической статистике. Киев: Наукова думка, 1978. 582 с.

Статья представлена научной редакцией «Науки о Земле» 21 декабря 2009 г.