

О. Б. МЕЖЕННАЯ, В. В. УКЛЕЙКО-БОНДАРЕНКО

ОЦЕНКА ГЕОДИНАМИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ С ПОМОЩЬЮ ГЕОХИМИЧЕСКИХ ИНДИКАТОРОВ НА ПРИМЕРЕ ЗОНЫ СОЧЛЕНЕНИЯ ПРИПЯТСКОГО ПРОГИБА И ВОРОНЕЖСКОЙ АНТЕКЛИЗЫ

УО «Гомельский государственный университет имени Ф. Скорины»,
г. Гомель, Республика Беларусь,
mezennaia-o@mail.ru; Uklejkoveronika@gmail.com

Потоки метана в тропосфере являются геохимическим индикатором современной геодинамической активности разломных зон. В составе глубинных газов содержание метана изменяется от 0,1 до 98 %.

Метановая дегазация приурочена преимущественно к рифтовым зонам, а также к зонам разломов, узлам пересечения разломов, районам развития кимберлитовых труб. Максимальные значения фиксируются в грязевых вулканах Альпийско-Гималайского складчатого пояса [1].

В рифтовых зонах содержание метана в газах составляет 20–75 %. Повышенная эмиссия метана из рек и озер объясняется тем, что практически все реки и часть озер так или иначе связаны с тектоническими нарушениями, т.е. каналами глубинной дегазации. Связь потока метана с тектоническим строением также рассматривается на примере морских исследований. В связи с развитием методов дистанционного зондирования Земли из космоса появились результаты изучения потоков метана в разных регионах.

Результаты изучения регионального фона приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Фоновые содержания метана в тропосфере юго-востока Беларуси, ppb (составлено авторами)

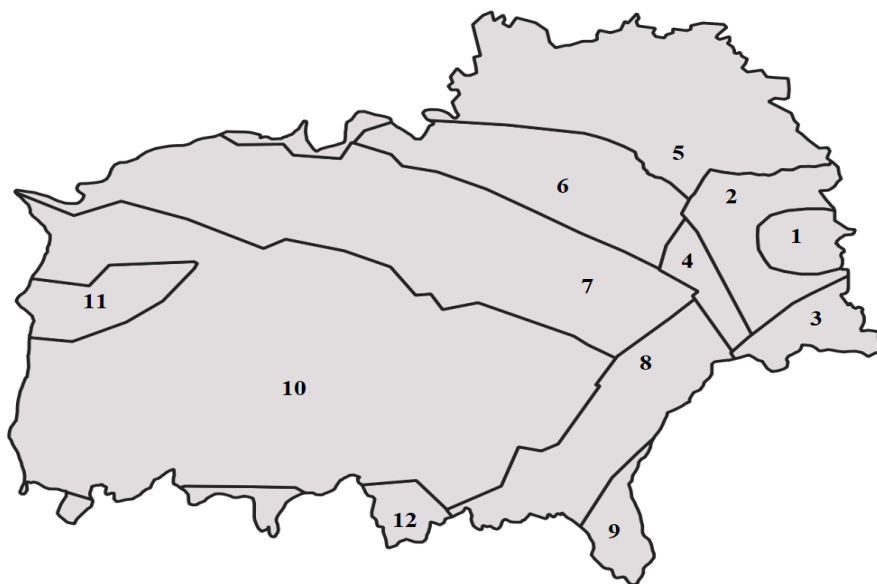
Статистика	Период				
	Лето 2021	Зима 2022	Лето 2022	Осень 2022	Зима 2023
Среднее значение	1 824,9	1 890,2	1 845,4	1 887,6	1 891,3
Ошибка среднего значения	1,5	0,4	1,0	0,9	0,5
Медианное значение	1 845,9	1 889,4	1 878,3	1 891,8	1 894,7
Стандартное отклонение	65,5	21,8	77,8	34,1	21,2
Диапазон колебаний	333,1	215,2	611,8	729,6	166,7
Минимальное значение	1 582,2	1 763,6	1 506,5	1 578,0	1 802,3
Максимальное значение	1 915,3	1 978,8	2 118,3	2 307,6	1 969,1

Из таблицы видно, что содержание метана в тропосфере испытывает сезонные колебания: снижается летом и повышается зимой, что соответствует данным по другим регионам мира и объясняется снижением стока метана за счет фотохимических реакций, так как поток солнечной радиации зимой снижается.

Так, летом 2021 г. среднее содержание метана составляло 1824,9 ppb, зимой 2022 г. оно увеличилось до 1890,2 ppb, а летом 2022 г. снова снизилось до 1845,4 ppb и т.д. Аналогичные изменения наблюдаются для медианного содержания метана. Стандартное отклонение также зависит от сезона. Зимой этот показатель минимален (2022 г. – 21,8 ppb;

2023 г. – 21,2 ppb), а летом максимален (2021 г. – 65,5 ppb; 2022 г. – 77,8 ppb). Наименьший диапазон колебаний отмечен зимой (соответственно 215,2 ppb и 166,7 ppb), наибольший – летом и осенью 2022 г. (соответственно 611,8 ppb и 729,6 ppb). Максимальные суточные значения составили 2307,6 ppb (осень 2022 г.) и 2118,3 ppb (лето 2023 г.).

В качестве гипотезы можно предположить, что различные концентрации тропосферного метана над разными тектоническими структурами зависят от их современной геодинамической активности: над более активными геодинамическими структурами поток метана выше (рисунок 1) [3].



- 1 – Купреевский выступ Воронежской антеклизы;
 2 – Клинцовский грабен Воронежской антеклизы;
 3 – Гремячский выступ Воронежской антеклизы; 4 – Гомельская перемычка;
 5 – Жлобинская седловина; 6 – Северо-Припятское плечо; 7 – Припятский прогиб (северная ступень); 8 – Брагинско-Лоевская седловина; 9 – Днепро-Донецкий прогиб;
 10 – Припятский прогиб (центральный грабен);
 11 – Микашевичско-Житковичский выступ; 12 – Украинский щит

Рисунок 1 – Тектонические структуры юго-востока Беларуси [3]

В статье [3] приводятся потоки метана в тропосфере над тектоническими структурами юго-востока Беларуси (таблица 2).

Таблица 2 – Потоки метана (ppb) и тектонические структуры юго-востока Беларуси [3]

Тектоническая структура	Период				
	Лето 2021	Зима 2022	Лето 2022	Осень 2022	Зима 2023
1	2	3	4	5	6
Днепро-Донецкий прогиб	1 854,6±3,8	1 877,9±2,3	1 843,1±5,6	1 896,0±7,1	1 877,8±3,4
Брагинско-Лоевская седловина	1 834,1±3,5	1 885,4±1,1	1 828,6±3,9	1 886,0±2,2	1 883,8±1,8
Украинский щит	1 814,6±7,0	1 886,3±1,6	1 827,1±7,8	1 857,3±6,5	1 894,1±3,2

Окончание таблицы 2

1	2	3	4	5	6
Микашевичско-Житковичский выступ	1 810,4±12,1	1 896,0±1,7	1 830,5±5,8	1 880,6±5,3	1 896,4±2,3
Гремячский выступ Воронежской антеклизы	1 860,8±3,9	1 893,7±1,9	1 859,0±4,6	1 887,1±3,5	1 889,4±4,2
Клинцовский грабен Воронежской антеклизы	1 839,6±3,9	1 890,7±1,3	1 834,6±4,0	1 895,8±4,3	1 885,2±2,5
Купреевский выступ Воронежской антеклизы	1 846,8±7,1	1 889,0±2,7	1 830,3±6,8	1 887,1±3,5	1 882,8±3,9
Гомельская перемычка	1 839,1±7,2	1 892,8±2,4	1 836,1±6,3	1 897,9±2,9	1 891,4±3,9
Жлобинская седловина	1 824,2±3,7	1 890,9±1,0	1 850,1±2,2	1 883,2±2,0	1 879,8±1,7
Северо-Припятское плечо	1 825,2±5,4	1 892,8±1,3	1 857,1±2,4	1 894,6±1,4	1 886,5±2,2
Припятский прогиб (северная ступень)	1 816,6±3,6	1 892,2±0,8	1 847,2±2,0	1 893,4±1,3	1 890,3±1,0
Припятский прогиб (центральный грабен)	1 807,6±2,6	1 889,4±0,6	1 835,9±1,4	1 886,1±1,5	1 895,9±0,7
Регион	1 824,9±1,5	1 890,2±0,4	1 845,4±1,0	1 887,6±0,9	1 891,3±0,5

Из таблицы видно, что региональный фон превышен над некоторыми структурами. Так летом 2021 г. среднее содержание метана выше регионального фона над Днепровско-Донецким прогибом (на 29,7 ppb), над Гремячским выступом Воронежской антеклизы (на 35,9 ppb), над Купреевским выступом Воронежской антеклизы (на 21,9 ppb), над Клинцовским грабеном и Гомельской перемычкой (соответственно на 14,7 и 14,8 ppb). Минимальные превышения – над центральным грабеном Припятского прогиба (1807,6±2,6 ppb). Зимой 2022 г. значительных различий между тектоническими структурами по среднему содержанию метана не наблюдается. Превышения над региональным фоном – до 5 ppb. Максимальные значения концентрации отмечены над Микашевичско-Житковичский выступом (1896,0±1,7 ppb), минимальные – над Днепровско-Донецким прогибом (1877,9±2,3) [3]. Наибольшие значения летом 2022 г. характерны для Гремячского выступа Воронежской антеклизы, Северо-Припятского плеча, Жлобинской седловины. Более подробная характеристика потока метана летом 2022 г. показана в таблице 3.

Таблица 3 – Содержание метана (ppb) в тропосфере над тектоническими структурами юго-востока Беларуси (лето 2022 г.) (составлено авторами)

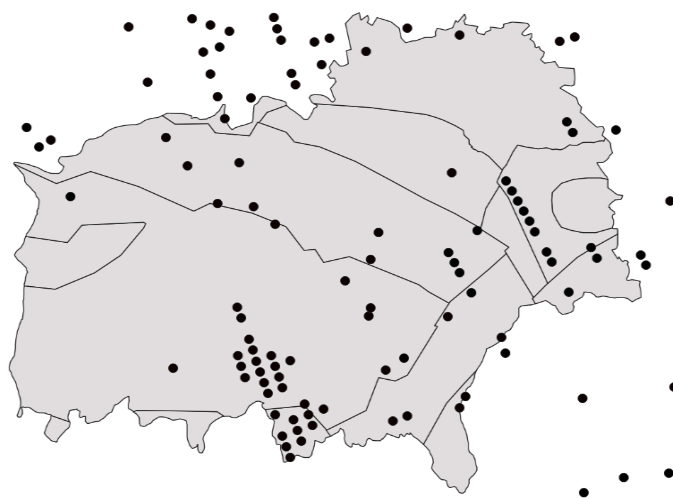
Тектоническая структура	Статистика		
	Среднее значение	Медианное значение	Минимальное – максимальное значения
1	2	3	4
Днепровско-Донецкий прогиб	1 843,1	1 867,4	1 620,4–1 918,5
Брагинско-Лоевская седловина	1 828,6	1 866,8	1 541,3–1 970,8

Окончание таблицы 3

1	2	3	4
Украинский щит	1 827,1	1 862,7	1 598,3–1 978,9
Микашевичско-Житковичский выступ	1 830,5	1 876,3	1 541,7–1 921,5
Гремячский выступ Воронежской антеклизы	1 859,0	1 880,7	1 640,1–1 928,7
Клинцовский грабен Воронежской антеклизы	1 834,6	1 870,4	1 631,7–1 934,8
Гомельская перемычка	1 836,1	1 865,5	1 677,2–1 922,2
Жлобинская седловина	1 850,1	1 879,8	1 558,7–1 932,7
Северо-Припятское плечо	1 857,1	1 880,1	1 553,7–1 927,1
Припятский прогиб (северная ступень)	1 847,2	1 877,9	1 525,1–2 118,3
Припятский прогиб (центральный грабен)	1 835,9	1 869,8	1 510,4–2 015,8

Величина стандартного отклонения колеблется от 57,4 (Гремячский выступ Воронежской антеклизы) до 91,3 (Микашевичско-Житковичский выступ) ppb. Амплитуда колебаний концентрации тропосферного метана составляет от 245 (Гомельская структурная перемычка) до 593,3 (северная ступень Припятского прогиба) ppb. В среднем по тектоническим структурам амплитуда колебаний концентрации метана составила 372,2 ppb.

На рисунке 2 показаны точки с содержанием метана в тропосфере выше 1900 ppb, зафиксированные в течение лета 2022 г. Видно, что часть аномалий может быть связана с тектоническими структурами.



**Рисунок 2 – Точки с содержанием метана более 1900 ppb (лето 2022 г.)
(составлено авторами)**

Осенью 2022 г. региональный фон превышен на 5–10 ppb над Северо-Припятским плечом, Днепровско-Донецким прогибом, Клинцовским грабеном, Гомельской перемычкой, северной ступенью Припятского прогиба. Максимальные содержания метана наблюдались над Гомельской перемычкой ($1897,9 \pm 2,9$ ppb) и Днепровско-Донецким прогибом ($1896,0 \pm 7,1$ ppb).

Зимой 2023 г. снова существенные различия между тектоническими структурами по среднему содержанию метана отсутствуют, а региональный фон превышает не более, чем на 5 ppb. Максимальные значения содержания метана отмечались над Микашевичско-Житковичском выступом ($1896,4 \pm 2,3$ ppb) и центральным грабеном Припятского прогиба ($1895,9 \pm 0,7$ ppb).

Таким образом, поток метана крайне изменчив во времени, в летний период различия между тектоническими структурами еще можно обнаружить, в осенний и особенно в зимние сезоны потенциально возможный «тектонический сигнал» полностью скрыт «шумом», обусловленными превращениями метана в тропосфере под влиянием экзогенных причин [4]. Отличия содержаний метана между разными тектоническими структурами статистически недостоверны, что, вероятно, обусловлено влиянием биогенных и антропогенных источников метана, которые в данной работе не рассматриваются. Можно предположить, что совокупное влияние разных источников маскирует тектонические эффекты в поле концентраций тропосферного метана.

Список литературы

1. Журавков, М.А. Возможности мониторинга геодинамических процессов на основе GPS измерений на сверхдлинных линиях / М.А. Журавков, В.Н. Губин, А.А. Ковалев // Современные проблемы геологии: университетские научные чтения, посвященные 60-летию открытия Старобинского месторождения калийных солей. / Под общ. ред. Э.А. Высоцкого. – Мн.: БГУ, 2009. – С. 4-6.
2. Микляев, П.С. Опыт индикации геодинамически активных зон эманационным методом / П.С. Микляев // Проблемы региональной геологии и поисков полезных ископаемых: материалы VII Университетских геол. чтений / А.Ф. Санько (отв. ред.) [и др.]. – Мн.: БГУ, 2013. – С. 31-32.
3. Гусев, А.П. Потоки метана в тропосфере как индикатор современной геодинамической активности (на примере юго-востока Беларуси) / А.П. Гусев // Вестник Брестского университета. Серия 5. Биология. Науки о Земле. – № 2. – 2023. – С. 90-98.
4. Бондура, В.Г. Метан и климатические изменения: научные проблемы и технологические аспекты / В.Г. Бондура, И.И. Мохова, А.А. Макошко // – М.: РАН, 2022. – 388 с.

УДК 552.5:551.72(476.2)

Т. А. МЕЛЕЖ

ЛИТОЛОГО-ПАЛЕОНТОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ОТЛОЖЕНИЙ ВЕНДА ЮЖНОЙ СТРУКТУРНО-ФАЦИАЛЬНОЙ ЗОНЫ БЕЛАРУСИ

*УО «Гомельский государственный университет имени Ф. Скорины»,
г. Гомель, Республика Беларусь,
tatka-zheludowich@yandex.ru*

По фациальным особенностям отложения венда на территории Беларуси выделены в две структурно-фациальные зоны: северная и южная (рисунок 1).

Южная структурно-фациальная зона охватывает Брестскую впадину, южный склон Белорусской антеклизы, Ивацевичский погребенный выступ, Полесскую седловину, Припятский прогиб, Жлобинскую седловину, Бобруйский погребенный выступ. Характеризуется более резкой дифференцированностью в строении и степени полноты разрезов венда. Здесь представлены вильчанская серия, волинская серия в наиболее полном для Беларуси стратиграфическом объеме и фрагменты валдайской серии. Южная зона разделена на три района – Па, Пб, Пв (рисунок 1).

Наиболее мощные разрезы венда – в пределах первого района (Па), охватывающего Брестскую впадину, Ивацевичский погребенный выступ, южный склон Белорусской антеклизы и западный склон Полесской седловины, где представлены отложения *волинской и валдайской серий венда*.