

Спыну М.Т., Тихонова М.В., Кузов Н.А., Патутин А.А. Экологическая оценка пространственного варьирования и сезонной динамики потоков N_2O и CH_4 из почвы в условиях города

.....
**Электронный научно-производственный журнал
«АгроЭкоИнфо»**
=====

УДК 574:502

Экологическая оценка пространственного варьирования и сезонной динамики потоков N_2O и CH_4 из почвы в условиях города

Спыну М.Т.¹, Тихонова М.В.¹, Кузов Н.А.¹, Патутин А.А.²

¹РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

²Российский биотехнологический университет (РОСБИОТЕХ)

Аннотация

*В статье рассматривается экологическая оценка сезонности эмиссии парниковых газов таких как, метан и оксида азота (I), их пространственное варьирование в зависимости от микрорельефа, что сказывается на условиях увлажнения, в городских условиях в посадках Ивы пурпурной (*Salix purpurea*) на Экологическом стационаре РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева. При оценке учитывались показатели такие как температура и влажность почвы, которые являются определяющими характеристиками в интенсивности эмиссионных потоков метана и оксида азота(I) из почв.*

*Установлена зависимость сезонности на эмиссию потоков N_2O и CH_4 в различных вариантах микрорельефа в посадках Ивы пурпурной (*Salix purpurea*) в черте города.*

Ключевые слова: ПОТОКИ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ, ЭМИССИЯ ГАЗОВ ИЗ ПОЧВЫ, ГОРОДСКИЕ ПОЧВЫ, ЗАКИСЬ АЗОТА, МЕТАН, ИЗМЕНЕНИЕ КЛИМАТА, КАДАСТР ВЫБРОСОВ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ

Введение

Глобальные изменения климата и функционирования биоты, во многом определяемые ростом в атмосфере концентрации парниковых газов, стоят в ряду приоритетных проблем современной экологии [1, 2]. Одним из факторов, который ускоряет климатические изменения, меняет состав и качество биоты, является быстрый и слабо контролируемый рост городских территорий. Значительная часть парниковых газов, выделяющихся в атмосферу, поступает из антропогенных источников или почв сильно подверженных рекреационной нагрузке [3].

На территории Московской области ведется кадастр выбросов парниковых газов из таких источников, как: стационарные единицы, выбросы которых связаны с энергопотреблением и прямыми утечками, транспорт, отходы, промышленные процессы, сельское и лесное хозяйство, но он не учитывает эмиссию парниковых газов из городских почв. Многолетними исследованиями установлено, что почвы также являются источником парниковых газов (ПГ), таких как углекислый газ (CO_2), метан (CH_4) и оксид азота (I) (N_2O). Поскольку объемы концентрации и потоков могут быть значительными, необходимы точные количественные оценки для получения данных по глобальным потокам ПГ, необходимых для прогнозирования глобальных изменений и исследований климата [4].

При ускоренном строительстве городов происходят структурные изменения естественного почвенного покрова, трансформация переноса веществ и энергии, в результате чего, наблюдается повышенное продуцирование парниковых газов в атмосфере. При строительстве часто происходит засыпка территории насыпными грунтами, которые могут содержать строительные или бытовые отходы, нарушающие газообмен почвы, что вызывает более интенсивную эмиссию газов и сокращает скорость естественного возобновления почвенного покрова.

Целью данной работы было изучение пространственного варьирования и сезонной динамики потоков N_2O и CH_4 из почвы в условиях городской территории, имеющей подтопления и неоднородность микрорельефа, для количественной оценки потоков и возможности прогнозирования динамики изменения поступления ПГ в атмосферу.

Объекты и методы

Для проведения исследований сезонной динамики эмиссии парниковых газов было выбрано Западное поле на территории экологического стационара РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева. Территория экологического стационара более века испытывала интенсивную антропогенную нагрузку, проводились испытания сельскохозяйственной техники, выпас скота, некоторое время поля использовались для складирования сенокоса.

Западное поле уникально своим расположением. Объект находится в центре мегаполиса, имеет повышенную антропогенную нагрузку, территория стационара окружена с двух сторон дорожной сетью, что дополнительно влияет на гидрологический режим (рис. 1). При этом, по почвенно-климатическим условиям территория является продолжением фации лесной опытной дачи (ЛОД). Для использования данного объекта в

научных целях, в 2018 году был проведен ряд агрохимических мероприятий, но почвенный состав остался неоднороден, и в разных частях поля имеет некоторые отличия, после чего в июле 2018 года была произведена высадка 346 саженцев Ивы Пурпурной (*Salix purpurea*).



Рис. 1. Ситуационное расположение объекта исследования

Часть территории объекта была засыпана грунтом, в результате чего, почвенный покров территории имеет неоднородную структуру и довольно искаженный почвенный профиль, местами горизонт В1 имеет площадь поверхности около 20 м^2 (рис. 2).

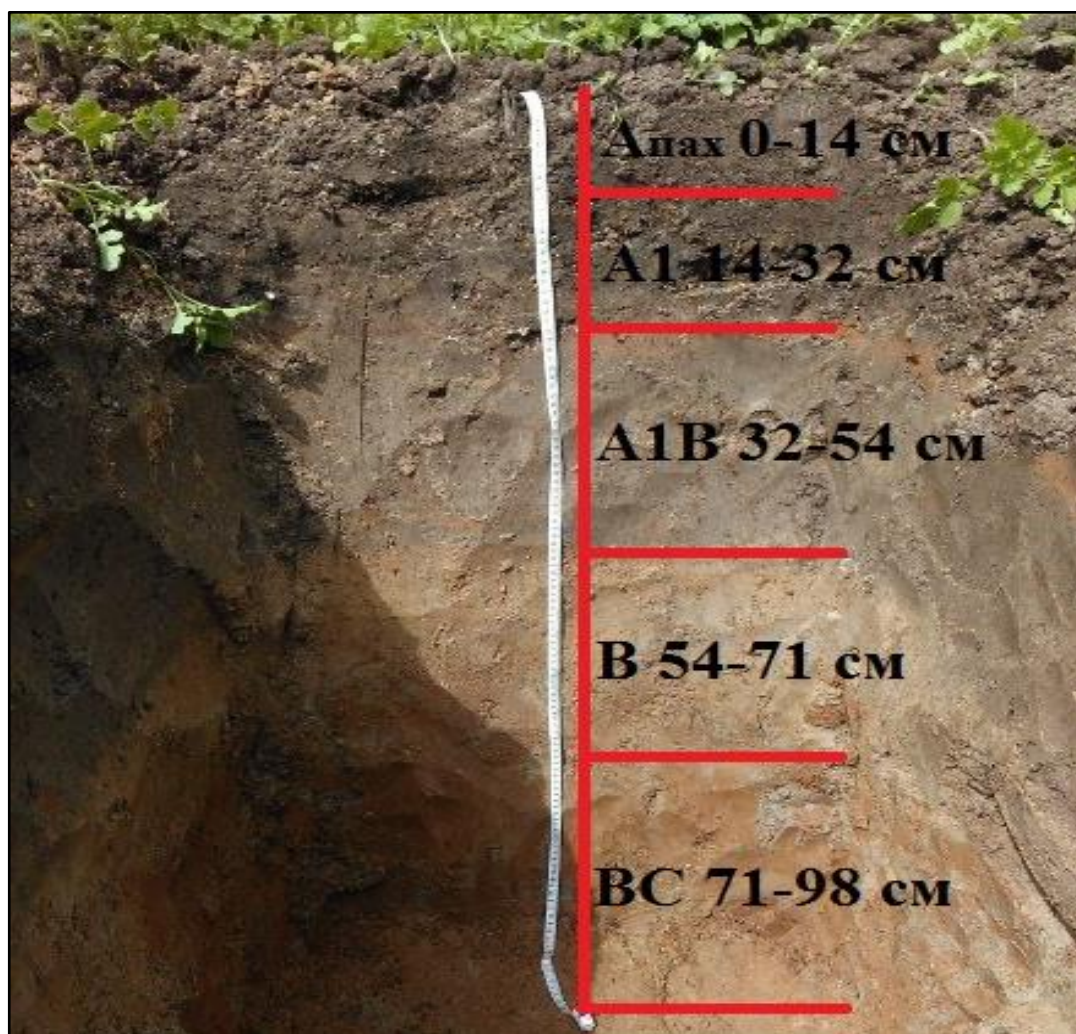


Рис. 2. Почвенный разрез на Западном поле

Исследуемый участок характеризуется неоднородным микрорельефом, что способствует скоплению осадков в микропонижениях, образуя места подтопления, особенно в весенний период и в периоды обильных осадков. В центре поля имеется небольшая западина и сток воды направлен к краю поля через центр (рис. 3). Уровень грунтовых вод составляет 94 см. С северной и восточной сторон от экспериментального участка на расстоянии 2–3 м располагаются неисправные каналы для сбора воды бывшей ирригационной системы. Весной 2019 года была осуществлена засыпка данной траншеи минеральной частью слоем 50 см, следующий слой – торф 50 см, что позволяет отрегулировать режим поверхностного стока на западном поле.

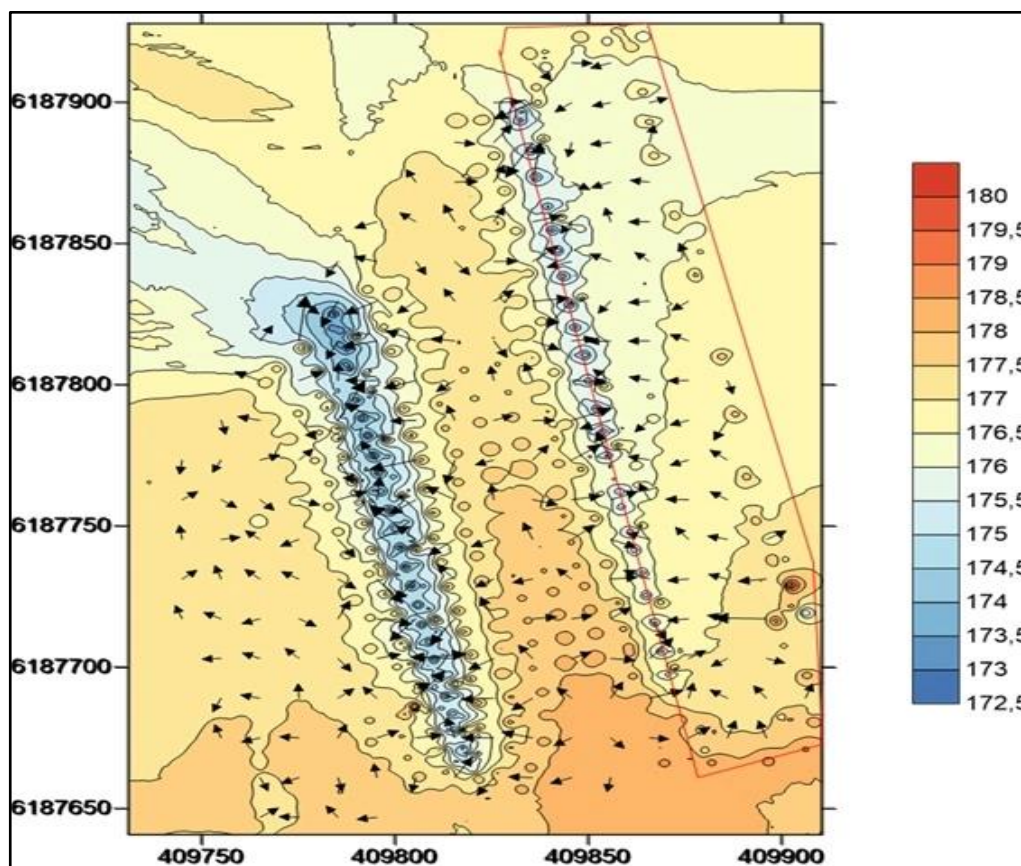


Рис. 3. Неоднородность микрорельефа поля с распределением влаги

Исследование динамики потоков N_2O и CH_4 проводилось при помощи метода отбора проб воздуха из напочвенных экспозиционных камер (в модификации ЛАМП, патент № 2518979), которые были установлены на вкопанные основания. Отбор воздуха производился с интервалом времени 0-30-60 минут в пронумерованные и герметично закупоренные виалы, которые в дальнейшем были проанализированы на хроматографе «Хроматэк - Кристалл 5000.2» [5].

Динамичность эмиссии парниковых газов, варьированность во времени и пространстве зависит от многих факторов: неоднородность микрорельефа, микробиологическая активность почвы, почвенное дыхание, распределение микроорганизмов, грибов, корней в верхних почвенных горизонтах, температура и влажность почвы [6]. Особое воздействие оказывают климатические факторы, количество осадков и температурный режим. Также на интенсивность эмиссии влияют процессы, связанные с антропогенной деятельностью (переуплотнение почвы, подтопление участков, которое может быть связано с изменением гидрологического режима территории,

«запечатывание» почвы в процессе застройки и проведения магистралей и др.), в связи с чем необходимо проводить регулярный мониторинг на городских территориях с целью составления кадастра эмиссионных процессов [7].

Так как исследуемый объект имеет подтопление в центральной части, неоднородную структуру почвенных грунтов, неоднородность микрорельефа (перепад высот в 1,6 метра), для измерения потоков парниковых газов он был разбит на 4 равных участка, в каждом из которых находится по 4 основания для экспозиционных камер, в сумме количество точек из которых отбирались образцы составило 16 (рис. 4).



Рис. 4. Расположение точек отбора на Западном поле Экологического стационара

Результаты и обсуждение

В результате проведенных измерений потоков N_2O и CH_4 была выявлена значительная сезонная динамика и пространственная изменчивость в зависимости от расположения точек отбора в микрорельефе.

В ходе проведенного трехлетнего мониторинга эмиссии N_2O в весенний, летний и осенний периоды за 2019–2021 гг. была получена выраженная сезонная варьированность эмиссии оксида азота I и его пространственная изменчивость. Максимальные значения эмиссии наблюдались в апреле 2019 года ($0,24 \text{ мг } N_2O/m^2$ в день), в августе 2020 года ($0,25 \text{ мг}/m^2$), а также в сентябре 2021 года ($0,28 \text{ мг}/m^2$). Исходя из полученных средних данных по сезонам (весенний период - $0,13 \text{ мг } N_2O/m^2$ в день, летний - $0,10 \text{ мг } N_2O/m^2$ в день, осенний - $0,11 \text{ мг } N_2O/m^2$ в день), наибольший сток эмиссии приходится на весенний и осенний периоды, что может быть связано с тем, что в эти периоды наблюдается наибольшее количество влаги в почве, в апреле - из-за снеготаяния, в сентябре из-за большого количества осадков (рис. 5-7).

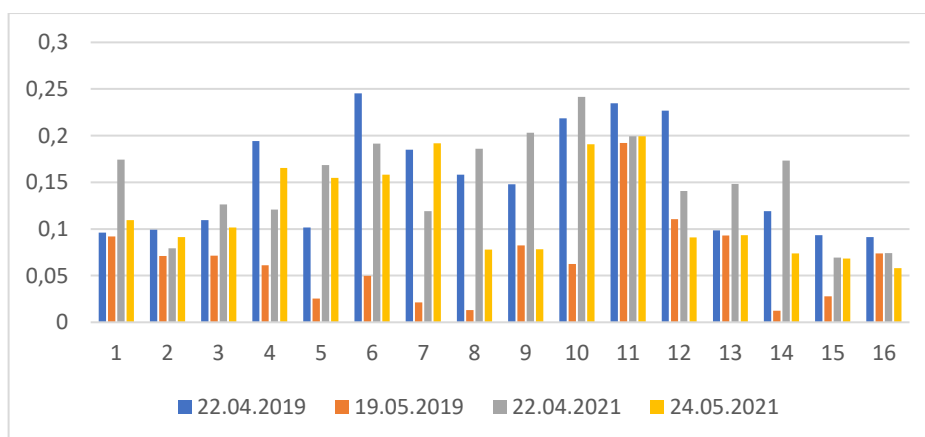


Рис. 5. Динамика эмиссии N_2O за весенний период 2019–2021 гг., $г/м^2$ в день

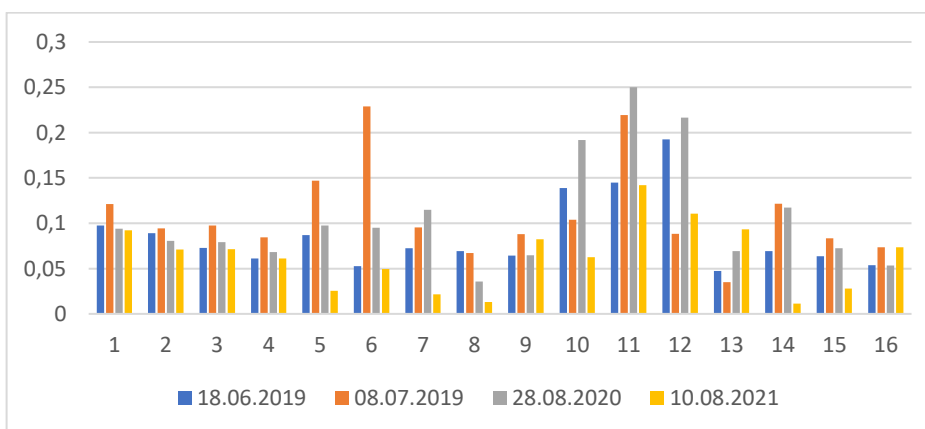


Рис. 6. Динамика эмиссии N_2O за летний период 2019–2021 гг., $г/м^2$ в день

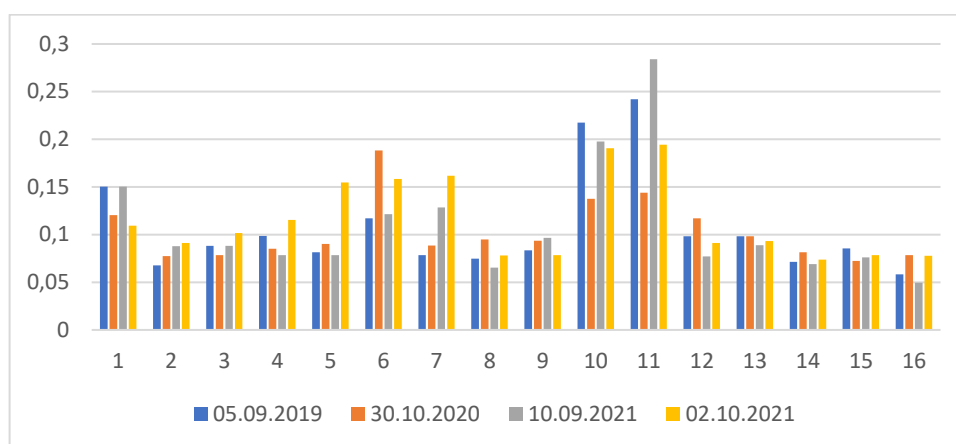


Рис. 7. Динамика эмиссии N_2O за осенний период 2019-2021 гг., $г/м^2$ в день

Пиковые значения наблюдались в точка 6,10, 11 и 12 (рис. 4). Исходя из данных, полученных за 2019–2021годы, можно предположить, что это связано с особенностями территории исследования и влагозадержанием на участках с микропонижениями. Точки, где наблюдаются высокие значения, расположены в центральной части участка с близкими залеганием грунтовых вод, в результате чего эта часть подтапливается, особенно в весенний период, а также во время выпадения обильного количества осадков. Основываясь на мониторинговых данных, описанных в других научных работах, для максимального выделения оксида азота I, необходимо содержание влаги в почве не менее 40%.

Минимальные значения эмиссии N_2O были определены в мае 2019 года ($0,01 \text{ мг } N_2O/м^2$ в день), в августе 2021 года ($0,01 \text{ мг } N_2O/м^2$ в день) а также в сентябре 2021 года ($0,05 \text{ мг/м}^2$). Минимальные значения потока наблюдались в точках 14,15,16 и 8 (рис. 4), что может быть также связано с краевым расположением точек отбора, по границе с которыми находятся более переуплотненные почвы, так как там расположены тропы.

По результатам мониторинга за почвенными потоками метана в 2019–2021 гг. отмечается также их сезонная изменчивость и варьированность в зависимости от расположения в рельефе. В отличие от потоков оксида азота I эмиссия метана зависит не только от влажности почвы и следовательно количества осадков за период, но и от температуры, которая сказывается на прогревании почвы.

Анализируя полученные данные по сезонам, можно сказать, что наибольшая эмиссия метана характерна для летнего периода и составляет $4,122 \text{ мг } CH_4/м^2$ в день, для осеннего периода сток составляет $3,306 \text{ мг } CH_4/м^2$ в день, для весеннего периода характерен минимальный сток - $3,099 \text{ мг } CH_4/м^2$ в день.

Максимальное значение эмиссии метана за весь период исследования составляет $5,574 \text{ мг } CH_4/m^2$ в день и наблюдается в июле 2019 года в точке 11, минимальное значение эмиссии - $2,035 \text{ мг } CH_4/m^2$ в день в октябре 2020 года в точке 5 (рис. 8-10).

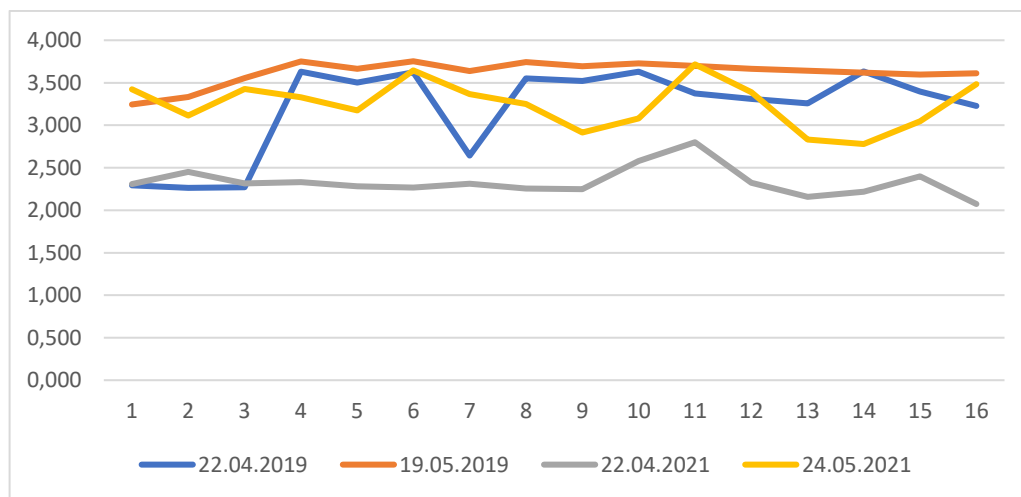


Рис. 8. Динамика эмиссии CH_4 за весенний период 2019-2021 гг., $г/м^2$ в день

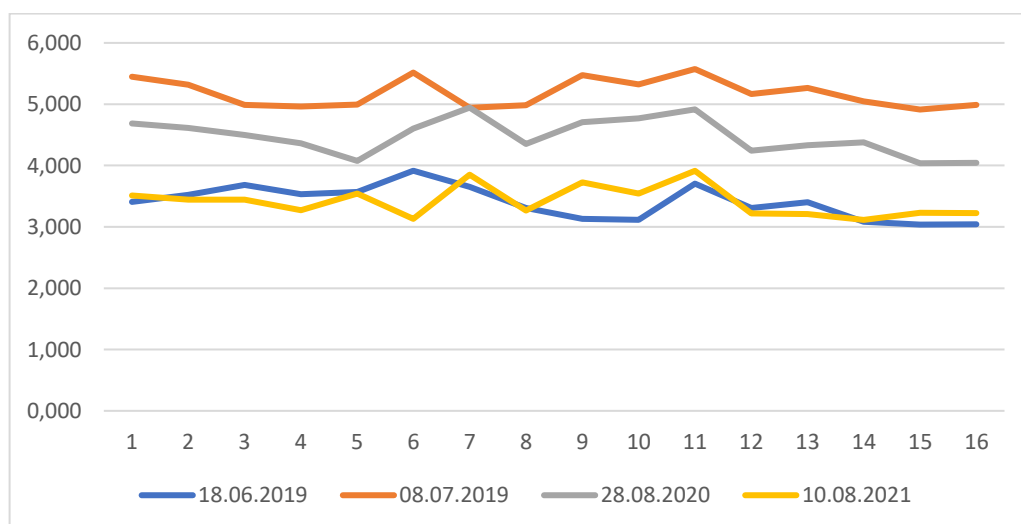


Рис. 9. Динамика эмиссии CH_4 за летний период 2019-2021 гг., $г/м^2$ в день

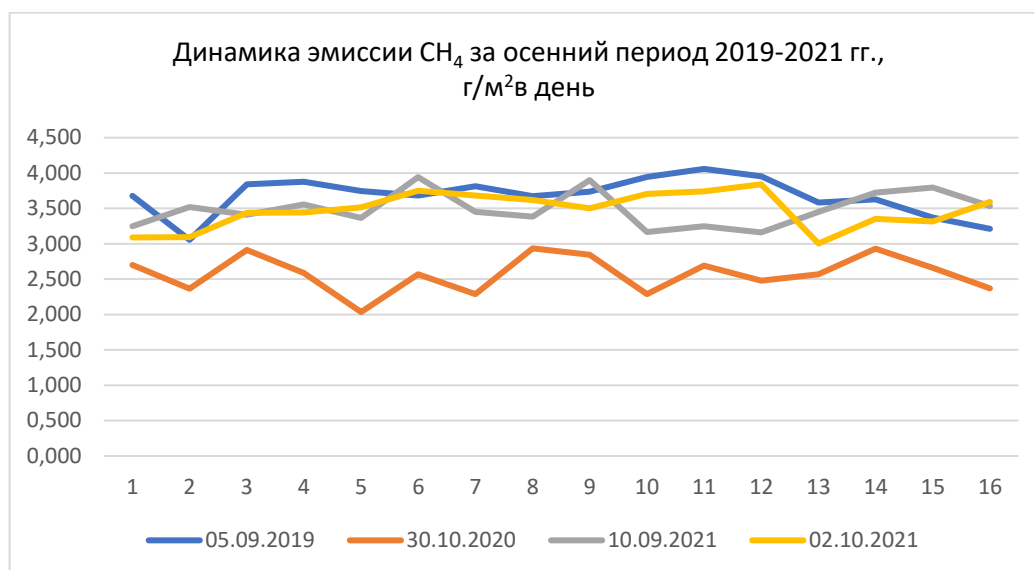


Рис. 10. Динамика эмиссии CH₄ за осенний период 2019-2021 гг., г/м² в день

Результаты мониторинга метана за период исследования, показали, что пиковые значения в большинстве случаев наблюдается в точках 6, 7, 11 и характерны для теплого периода (май, июнь, июль, август и сентябрь). Для точек, в которых зафиксированы пиковые значения, характерны микропонижения и близкое залегание грунтовых вод, в результате чего наблюдается подтопление верхних почвенных горизонтов и, следовательно, продуцируется большой поток метана.

Минимальные значения эмиссии метана наблюдаются в апреле и октябре и характерны для точек 2, 5, 12, 13, 16, расположенных по периметру поля.

Доминирующими факторами, влияющими на максимальный эмиссионный сток метана в условиях исследуемой территории, являются наибольшая теплообеспеченность и влагообеспеченность почвы.

Заключение

Мониторинговые исследования почв в городских условиях создают хорошие предпосылки для создания кадастра потоков парниковых газов из почвы, контроля и прогнозирования глобальных изменений как на уровне отдельных городов, так и целых областей.

Экспериментальным путем было определено, что удельный вклад CH₄ и N₂O за весь период исследования в общую эмиссию парниковых газов относительно небольшой (по

сравнению с углекислым газом), но имеет сезонную зависимость и приуроченность к особенностям рельефа на мониторинговых участках. На значения эмиссий влияют географические, экологические и климатические факторы в совокупности. Пиковые значения эмиссии потоков CH₄ и N₂O из почв, в большинстве случаев, наблюдаются на участках склонных к переувлажнению и лучшему прогреванию почвенных горизонтов. Следовательно, при смещении наибольших температурных значений и изменения количества осадков по сезонам максимальные показатели потоков также будут сдвигаться в сторону увеличения температуры и влажности.

Список использованных источников:

1. IPCC: Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change / S. Solomon, D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor and H.L. Miller eds. Cambridge: Cambridge University Press, United Kingdom and New York, NY, USA. – 2007. – P. 137-669.
2. IPCC: Climate Change 2013: The Physical Science Basis, Working Group I Contribution to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change / T.F. Stocker, D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley eds. Cambridge: Cambridge University Press, United Kingdom and New York, NY, USA. – 2013. – P. 167-869.
3. Саржанов Д.А., Васенев И.И., Валентини Р. Анализ пространственного разнообразия и временной динамики почвенных потоков парниковых газов (CO₂, CH₄, N₂O) в условиях представительных урбоэкосистем г. Курска [Электрон. ресурс] // АгроЭкоИнфо: Электронный научно-производственный журнал. – 2015. - № 6. – Режим доступа: http://agroecoinfo.ru/STATYI/2015/6/st_37.doc.
4. Роль городских почв в регулировании эмиссии парниковых газов в атмосферу / С.А. Кулачкова, Я.И. Лебедь-Шарлевич, Н.В. Можарова, А.М. Николаева // Городские исследования и практики. – 2018. – Т. 3, № 3(12). – С. 48–68.
5. Экологическая оценка пространственно-временной изменчивости почвенной эмиссии N₂O на лесном участке природного заказника "Петровско-Разумовское" / М.В. Тихонова, А.С. Епихина, М.М. Визирская [и др.] // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Агротомия и животноводство. – 2013. – № 5. – С. 93–104. – EDN QIBNM.
6. Бузылёв А.В., Тихонова М.В., Руденский А.И. Пространственно-временное распределение влажности и динамики эмиссии парниковых газов из верхних почвенных горизонтов в пойменных залежных землях Башмаковского района Пензенской области

Спыну М.Т., Тихонова М.В., Кузов Н.А., Патутин А.А. Экологическая оценка пространственного варьирования и сезонной динамики потоков N₂O и CH₄ из почвы в условиях города

.....
Электронный научно-производственный журнал
«АгроЭкоИнфо»
=====

[Электрон. ресурс] // АгроЭкоИнфо: Электронный научно-производственный журнал. – 2022. – № 6. – Режим доступа: http://agroecoinfo.ru/STATYI/2022/6/st_643.pdf. DOI: <https://doi.org/10.51419/202126643>.

7. Тихонова М.В. Экологическая оценка пространственно-временной изменчивости почвенной эмиссии N₂O и CO₂ из дерново-подзолистых почв представительной лесной экосистемы Московского мегаполиса (на примере ЛОД РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева): специальность 03.02.08 "Экология (по отраслям)": диссертация на соискание ученой степени кандидата биологических наук. – Москва, 2015. – 140 с.

=====

Цитирование:

Спыну М.Т., Тихонова М.В., Кузов Н.А., Патутин А.А. Экологическая оценка пространственного варьирования и сезонной динамики потоков N₂O и CH₄ из почвы в условиях города [Электрон. ресурс] // АгроЭкоИнфо: Электронный научно-производственный журнал. – 2023. – № 4. – Режим доступа: http://agroecoinfo.ru/STATYI/2023/4/st_426.pdf. DOI: <https://doi.org/10.51419/202134426>.