

**Модельная оценка влияния неоднородности рельефа и растительности на потоки диоксида углерода и метана**

**Научный руководитель – Ольчев Александр Валентинович**

*Гибадуллин Равиль Рамилевич*

*Студент (бакалавр)*

Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова, Географический факультет, Кафедра метеорологии и климатологии, Москва, Россия

*E-mail: ravid00121@mail.ru*

Лесные экосистемы играют ключевую роль в глобальном углеродном цикле [3]. Однако на участках со сложной структурой рельефа и растительности применение традиционного метода турбулентных пульсаций невозможно [2]. В данных ситуациях применение находят трёхмерные гидродинамические модели переноса парниковых газов, которые учитывают влияние неоднородностей подстилающей поверхности на структуру динамических характеристик потока [1].

В работе использована модель, основанная на поиске совместного стационарного решения уравнения неразрывности и трёхмерного уравнения Навье-Стокса, с применением осреднения Рейнольдса и гипотезы Буссинеска [4]. Распределения потоков ищутся на основе решения стационарного уравнения типа "диффузия-адвекция-реакция" с нижним граничным условием в виде измеренных почвенных потоков  $\text{CO}_2$  и  $\text{CH}_4$ , а также дополнительным стоком  $\text{CO}_2$  на уровне крон [4]. Для исследования выбран участок Рошни-Чу карбонового полигона в Чеченской Республике. Участок характеризуется неоднородной структурой растительности и перепадом высот от 400 до 600 метров.

В ходе экспериментов с данными наблюдений получена значительная неоднородность потоков  $\text{CO}_2$  и  $\text{CH}_4$  над исследуемым участком. Потоки  $\text{CO}_2$  варьируют от -20 до +10  $\text{мкмоль м}^{-2} \text{с}^{-1}$  (минус-нисходящие, плюс-восходящие потоки), со средним потоком около -12  $\text{мкмоль м}^{-2} \text{с}^{-1}$ . Потоки  $\text{CH}_4$  меняются от -1 до +0.3  $\text{нмоль м}^{-2} \text{с}^{-1}$ , со средним потоком -0.7  $\text{нмоль м}^{-2} \text{с}^{-1}$ . Эксперименты с плоским рельефом показали значительное влияние обтекания рельефа на потоки. По сравнению с экспериментом с плоским рельефом, на наветренных склонах поток завьшается, а на подветренных занижается до 10  $\text{мкмоль м}^{-2} \text{с}^{-1}$   $\text{CO}_2$  и 0.3  $\text{нмоль м}^{-2} \text{с}^{-1}$   $\text{CH}_4$ . Эксперименты с однородной растительностью показали меньший эффект влияния неоднородностей растительности, по сравнению с влиянием неоднородностей рельефа. За счет изменчивой структуры растительного покрова, поток  $\text{CO}_2$  завьшается на участках с плотной растительностью и занижается на участках с разреженной растительностью до 2  $\text{мкмоль м}^{-2} \text{с}^{-1}$ . Вследствие отсутствия стока метана в кронах растительности, на потоки  $\text{CH}_4$  эффект неоднородности растительного покрова незначительный.

**Источники и литература**

- 1) Мухартова Ю. В., Гибадуллин Р. Р., Ольчев А. В., Керимов И. А. Модельный подход для восстановления приземных вертикальных потоков парниковых газов над неоднородной подстилающей поверхностью // Геология и геофизика Юга России. 2023. Т. 13. № 4. С. 149–161.
- 2) Aubinet, M.; Vesala, T.; Papale D. Eddy Covariance: A Practical Guide to Measurement and Data Analysis, Springer: Dordrecht. The Netherlands. 2012, 438.

- 3) Bonan, G.B. Forests and climate change: Forcings, feedbacks, and the climate benefits of forests // Science, 2008, vol 320, issue 5882, p. 1444–1449.
- 4) Mukhartova Y. V., Kurbatova J. A. et al. Modeling Tool for Estimating Carbon Dioxide Fluxes over a Non-Uniform Boreal Peatland // Atmosphere. 2023. V. 14. P. 625