**Эмиссия метана с поверхности долинного водохранилища**

**Гречушникова М.Г.**1**, Репина И.А.**1,3, **Степаненко В.М.**1**, Казанцев В.С.**3**, Артамонов А.Ю.**3**, Ломов В.А.**1

1 МГУ имени М.В.Ломоносова, Москва, ГСП-1, Ленинские горы, МГУ, д. 1, Главное здание, Географический факультет

2 ИВП РАН, [Москва, улица Губкина, 3](https://yandex.ru/maps/?text=%D0%B8%D0%B2%D0%BF%20%D1%80%D0%B0%D0%BD&source=wizbiz_new_map_single&z=14&ll=37.565147%2C55.695758&sctx=ZAAAAAgBEAAaKAoSCWvVrglpz0JAEf8%2B48KB4EtAEhIJk%2FyIX7GG5D8Raw2l9iLa3T8iBAABAgMoATABOLrj9uft0YG5LEDVAUgBVQAAgD9YAGIScmVsZXZfZHJ1Z19ib29zdD0xagJydXABlQEAAAAA&oid=1029866576&ol=biz)

3 ИФА им. А.М. Обухова РАН, [Москва, Пыжевский пер., 3](https://yandex.ru/maps/?text=%D0%B8%D1%84%D0%B0%20%D1%80%D0%B0%D0%BD&source=wizbiz_new_map_single&z=14&ll=37.623491%2C55.739170&sctx=ZAAAAAgBEAAaKAoSCWvVrglpz0JAEf8%2B48KB4EtAEhIJk%2FyIX7GG5D8Raw2l9iLa3T8iBAABAgMoATABOJr%2B9fKR18uFhgFA1QFIAVUAAIA%2FWABiEnJlbGV2X2RydWdfYm9vc3Q9MWoCcnVwAZUBAAAAAA%3D%3D&oid=1314381969&ol=biz)

allavis@mail.ru

Актуальной задачей является оценка выбросов парниковых газов различных антропогенных источников, к которым относятся и водохранилища. По различным оценкам их площадь составляет 205000-250000 км2(без учета зарегулированных озер) [1]. Интенсивность выбросов парниковых газов зависит от морфометрических параметров водохранилищ, геоэкологических условий их размещения, гидрологического режима, их возраста и др. Методика оценки глобальной эмиссии метана с поверхности водохранилищ приведена в [1]с использованием в качестве основы БД Global Lakes and Wetlands Database (GLWD) [2].Обращает на себя внимание большой разброс в значениях удельного потока (УП) метана с водохранилищ бореальной и особенно тропической зоны, что может быть связано с недостаточностью натурных экспедиционных данных [3]. В соответствии с рекомендациями по измерению УП [4] для адекватной оценки эмиссии парниковых газов с поверхности водохранилищ рекомендованы ежемесячные изменения УП.

Цель работы – оценка пространственно-временной изменчивости удельного потока метана с поверхности долинного водохранилища. Объект исследования – хорошо изученное в гидрологическом и гидрохимическом отношении Можайское водохранилище, расположенное в верховьях р. Москвы. Это небольшое морфометрически простое долинное водохранилище с отсутствием интенсивного динамического перемешивания. Летом и зимой в нем наблюдается термическая стратификация [5]. Объем аноксидной зоны и продолжительность ее существования связана с синоптическими условиями и с уровенным режимом водоема.

По материалам постановки плавучих камер в центральном районе водохранилища выявлено значительное увеличение значений УП метана к моменту окончания периода летней стратификации (до 18 мгС/м2 час), когда бескислородная зона достигает наибольшего объема, а также уменьшается градиент температуры воды в водной толще. В начале периода осеннего перемешивания значения УП метана, определенные методом плавучих камер, уменьшаются на порядок. При интерполяции полученных значений и расчете УП за период открытой воды среднее его значение составляет 90 мгС/м2сут, что соответствует верхней границе значений УП для водоемов умеренной зоны [1]. Расчет диффузионного потока метана в атмосферу произведен методом TBLс использованием параметризации коэффициента обмена по [6]. Более 90% общего удельного потока составляет пузырьковый поток, который определяется по разности общего и диффузионного потока. Его значения несколько уменьшаются к концу периода стратификации при возрастании диффузионного потока.

Расчет диффузионного удельного потока для различных районов водоема по материалам пяти гидрологических съемок показал, что значения УП метана в течение летнего периода увеличивается для всех районов водохранилища, отличающихся средней глубиной; значения диффузионного УП от верховьев к плотине уменьшаются. Это связано окислением метана в толще воды из-за более глубокого перемешанного и аэрированного эпилимниона. В приплотинном плесе в начале лета при образовании прямой стратификации диффузионный УП метана на порядок меньше (2мгС/м2сут), чем в верховьях (11 мгС/м2сут). В конце августа эти различия уменьшаются (0,4 и 4 мгС/м2сут соответственно). Однако в центральном районе, отличающемся от приплотинного глубиной и термической структурой, в конце лета значения УП достигают 10 мгС/м2сут. При расчете годовой эмиссии с поверхности водохранилищ необходимо непременно учитывать пространственно-временную неоднородность распределения УП метана, которой отличаются водохранилища долинного типа (к которому относится большинство искусственных водоемов). Для более точной оценки эмиссии метана с поверхности водохранилищ, особенно в случае неисследованных водоемов или при наличии нерегулярных экспедиционных данных, необходимо использовать математические модели, например [7].

Работа выполнена при финансовой поддержке проекта РГО\_а 17-05-41095.

**Литература**

1. Varis O., Kummu M., Härkönen S., Huttunen J.T. (2012) Greenhouse Gas Emissions from Reservoirs. In: Tortajada C., Altinbilek D., Biswas A. (eds) Impacts of Large Dams: A Global Assessment. Water Resources Development and Management. Springer, Berlin, Heidelberg.
2. Lehner B, Döll P (2004) Development and validation of a global database of lakes, reservoirs and wetlands. J Hydrol 296:1–22.
3. Tremblay A., Varfalvy L., Roehm C., Garneau M. (eds) Greenhouse Gas Emissions — Fluxes and Processes. Environmental Science. Springer, Berlin, Heidelberg. Doi: 10.1007/978-3-540-26643-3\_12.
4. UNESCO/IHA Greenhouse-Gas Measurement Guidelines for Fresh Water Reservoirs. UNESCO/IHA Research Project, 2010. https://www.hydropower.org/ghg-measurement-guidelines (дата обращения 23.10.2017).
5. Гидроэкологический режим водохранилищ Подмосковья (наблюдения, диагноз, прогноз) / В. В. Пуклаков, Ю. С. Даценко, А. В. Гончаров и др. — Перо Москва, 2015. — С. 284.
6. Cole, J. J. and Caraco, N. F.: Atmospheric exchange of carbon dioxide in a low-wind oligotrophic lake measured by the addition of SF6, Limnol. Oceanogr., 43, 647–656, doi:10.4319/lo.1998.43.4.0647, 1998.
7. Stepanenko, V., Mammarella, I., Ojala, A., Miettinen, H., Lykosov, V., and Vesala, T.: LAKE 2.0: a model for temperature, methane, carbon dioxide and oxygen dynamics in lakes, Geosci. Model Dev., 9, 1977-2006, https://doi.org/10.5194/gmd-9-1977-2016, 2016.

**METHANE EMISSION FROM THE SURFACE OF VALLEY TYPE RESERVOIR**

Grechushnikova M.G. 1,2, Repina I.A. 1,3, Stepanenko V.M. 1, Kazantsev V.S. 3, Artamonov A.Yu. 3, Lomov V.A. 1,

1 M.V. Lomonosov Moscow State University , Moscow, Russia

2 Institute of Water Problems RAS, Moscow, Russia

3 A.M.Obukhov Institute of Atmospheric Physics RAS, Moscow, Russia

Estimation of green house gases emission from different anthropogenic sources including reservoirs is an important task. According to several estimations the total area of reservoirs (excluding regulated lakes) is 205000-250000 km2 [1]. The intensity of emission depends from morphometry, geoecological conditions on their watersheds, hydrological regime, age and etc. The method of emission estimation is described in [1] with the use of Global Lakes and Wetlands Database (GLWD) [2]. The significant variety of specific methane flux from the surface of boreal and especially tropical reservoir draws attention. It can take place because of lack of field data [3]. According to recommendations [4] the adequate estimation can be done basing on monthly observations.

The aim of the present work is the estimation of space-time changes of the methane specific flux from the surface of the valley type reservoir. The object of investigation is Mozaisk reservoir which is well studied in terms of hydrology and hydrochemistry. It is a small reservoir with simple valley type form without intensive dynamic mixing. In summer and in winter it is stratified [5]. The volume and the time of presence of anoxic zone depend on water level regime and synoptic conditions.

According the results of floating chambers in the central part the significant increase of specific flux during summer is found out (up to 18 mgC/m2hour). The maximum value is observed in the end of stratification when anoxic zone grows to the maximum volume. In the beginning of the autumn mixing the values of specific flux decrease by an order. With interpolation of field data the mean value of the specific flux during the period of opened water is 90 mgC/m2day, which corresponds the upper boundary of its interval for reservoirs of temperate zone [1]. The calculation of diffusive flux is done by TBL method with parameterization of exchange coefficient from [6]. The bubble flux, calculated as a difference between total and diffusive flux, exceed 90% and decrease slightly to the end of stratification.

The calculated values of diffusive flux for different parts of reservoir based on five longtitudal surveys showed that the diffusive flux increase during summer everywhere, but near the dam its values are lower. The reason is in oxidation of methane because epilimnion near the dam is mixed deeper and well aerated. In the beginning of summer the diffusive flux near the dam is on order lower than upstream (2 and 11 mgC/m2 day). In the end of august these values are 0.4 and 4 mgC/m2 day. In the central part which is not so deep as near the dam and not mixed to the bottom as upstream part its value in the end of summer is 10 mgC/m2 day. So it is necessary to consider space-time changes of integral methane flux while counting its emission from the surface of the valley type reservoir (the great majority of artificial lakes belong to this type). For a more accurate assessment of emission values it is necessary to use mathematical models, for example [7].