

ISBN 978-5-600-01726-9



## **ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ**

**Всероссийской научной конференции  
«Мониторинг состояния и загрязнения  
окружающей среды.**

**Основные результаты и пути развития».**

**Москва, 20-22 марта 2017 г.**

**Москва**

**2017**

Тезисы докладов Всероссийской научной конференции «**Мониторинг состояния и загрязнения окружающей среды. Основные результаты и пути развития**». Москва, 20-22 марта 2017 г. / Отв. сост. А.А. Трунов, П.Д. Полумиева, А.А. Романовская. [Электронный ресурс] — М.: ФГБУ «ИГКЭ Росгидромета и РАН», 2017. — 1 электрон. опт. диск (DVD-ROM); 12 см. - Систем. требования: ПК с процессором 486+; Windows 95; дисковод DVD-ROM; Adobe Acrobat Reader.

**ISBN 978-5-600-01726-9**

Сборник доступен онлайн: [www.igce.ru/conferences\\_pem2017](http://www.igce.ru/conferences_pem2017)

Конференция организована ФГБУ «Институт глобального климата и экологии Росгидромета и РАН» ([www.igce.ru](http://www.igce.ru)), Российским государственным социальным университетом ([www.rgsu.net](http://www.rgsu.net)) при участии Лаборатории антропогенных изменений климатической системы Института географии РАН ([www.igras.ru/laccs](http://www.igras.ru/laccs)).

Партнеры: *Российская Экологическая Академия* ([www.rosekoakademia.ru](http://www.rosekoakademia.ru)), *En+ Group* ([www.enplus.ru](http://www.enplus.ru)).

Издание подготовлено в ФГБУ «Институт глобального климата и экологии Росгидромета и РАН».

Тезисы докладов представлены в авторской редакции и авторском наборе. Научное и литературное редактирование не выполнялось. ФГБУ «ИГКЭ Росгидромета и РАН» не несет ответственности за качество научных материалов, представленных в данном сборнике.

ISBN 978-5-600-01726-9



9 785600 017269

# КЛИМАТ И ЭМИССИОННАЯ СОСТАВЛЯЮЩАЯ УГЛЕРОДНОГО ЦИКЛА ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМ

*В.А. Мухин*<sup>1)</sup>, *Д.К. Диярова*<sup>1)</sup>, *М.Л. Гитарский*<sup>2)</sup>, *Д.Г.Замолодчиков*<sup>3,4)</sup>

<sup>1)</sup> Институт экологии растений и животных УрО РАН,  
РФ, 620144, г. Екатеринбург, ул. 8 Марта, д. 202, victor.mukhin@ipae.uran.ru

<sup>2)</sup> Институт глобального климата и экологии,  
РФ, 107258, г. Москва, ул. Глебовская, д. 20Б, m.gitarskiy@gmail.com

<sup>3)</sup> Центр по проблемам экологии и продуктивности лесов РАН,  
РФ, 117485, г. Москва, Профсоюзная ул., д. 84/32с14, dzamolod@mail.ru

<sup>4)</sup> Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова,  
РФ, 119991, г. Москва, Ленинские горы, д.1

Леса являются глобальными регуляторами газового состава атмосферы и, соответственно, климата Земли, а их углеродный цикл основывается 1) на восстановительной конверсии атмосферного CO<sub>2</sub> в углерод органических соединений и 2) их последующей окислительной конверсии в CO<sub>2</sub>. Если первый процесс представляет собой стоковую, то второй – эмиссионную составляющую углеродного цикла лесных экосистем. Основной и специфической чертой углеродного цикла лесных экосистем является наличие большого медленно реализуемого древесного пула углерода. В лесах России его объем оценивается в 30 Гт и ежегодно он пополняется 240–270 Мт С. Примерно такой же объем углерода (255 Мт) за это же время поступает в цепи разложения с древесным дебрисом, при биодеструкции которого в атмосферу эмитируется 214 Мт С–CO<sub>2</sub> (Кудеяров и др., 2007; Замолодчиков, 2009). Разложение древесного дебриса – это один из наиболее масштабных процессов в лесах бореальной зоны, а определяющая роль в нем принадлежит ксилотрофным базидиомицетам – единственная в биосфере группа организмов, способных к разложению лигноцеллюлозного комплекса (Заварзин, Заварзина, 2009; Мухин, Воронин, 2007). Г.А. Заварзин (2006) характеризует леса как древесно-мицелиальные экосистемы, подчеркивая тем самым, исключительную роль древесных растений и грибов в их углеродном цикле.

Эмиссионная составляющая углеродного цикла лесных экосистем является частью биотического механизма регуляции газового состава атмосферы и климата, в тоже время, как свидетельствуют результаты наших экофизиологических работ, она чувствительна к климатическим изменениям. Так, CO<sub>2</sub>-эмиссионная активность грибов, являющаяся показателем их углерод конверсионной активности, обнаруживает сильную положительную связь ( $r = 0.84–0.96$ ) с температурой в диапазоне 10–30°C. Увеличение температуры с 10 до 20°C вызывает пропорциональный – в 2 раза – рост эмиссионной активности, а с 20 до 30°C – в 3 раза. Своего температурного максимума CO<sub>2</sub>-эмиссионная активность грибов достигает при 30–35°C.

Ксилотрофные грибы это омброфилы – организмы, получающие влагу с осадками (Заварзин, Заварзина, 2009) – и для их CO<sub>2</sub>-эмиссионной активности характерна положительная линейная связь с влажностью. При равных температурных условиях CO<sub>2</sub>-эмиссионная активность прямо пропорциональна влажности: возрастает вдвое при повышении на каждые 10% вплоть до достижения максимума при 55–70% относительной влажности. CO<sub>2</sub>-эмиссионная активность, влажность, степень деструкции древесного дебриса связаны положительными обратными связями и это придает микогенному разложению древесины характер само ускоряющегося процесса, стабилизирующегося при влажности 55–70% (Мухин и др., 2015).

Влажность не только определяет уровень CO<sub>2</sub>-эмиссионной активности, но и ее чувствительность к температурным изменениям. При низкой влажности (40%) повышение температуры с 10 до 20°C не вызывает усиления эмиссии CO<sub>2</sub>, тогда как при высокой влажности (70%) это ведет к более чем двукратному увеличению эмиссионной активности

– в 2.4 раза. В интервале 20–30°C ассиметричность температурной реакции CO<sub>2</sub>-эмиссионной активности в зависимости от влажности отсутствует: и при низкой, и при высокой влажности возрастает в 3 раза.

Резюмируя выше изложенное, мы можем, во-первых, сказать, что температура это основной предиктор CO<sub>2</sub>-эмиссионной активности ксилотрофных грибов и соответственно эмиссионной составляющей углеродного цикла лесных экосистем, тогда как влажность – корректирующий фактор, ослабляющий или усиливающий влияние температурного. Во-вторых, что климатические изменения отразятся на эмиссионной составляющей углеродного цикла лесных экосистем, в частности, повышение температуры вызовет адекватный рост эмиссии CO<sub>2</sub> в атмосферу. По нашим оценкам (Мухин и др., 2010), при повышении температуры на один градус прирост эмиссии CO<sub>2</sub> от разложения древесного дебриса в лесах России составит порядка 90 Мт/год.

Климатические факторы не только определяют углерод конверсионную активность грибов-деструкторов, но и качественные, количественные характеристики грибных сообществ, и с этим связано существование их климатических вариантов, климатипов, в частности широтных, приуроченных к лесам различного зонального статуса. Так, в зональном спектре Западной Сибири четыре широтных климатипа ксилотрофных грибов: лесотундровый, психробореальный (северная и средняя тайга), южнотаежный и лесостепной. В свою очередь, они объединяются в два более крупных: бореально-субарктический (включает лесотундровый и психробореальный климатипы) и суббореально-лесостепной, включающий южнотаежный и лесостепной климатипы (Мухин, 1993). Данный спектр климатипов делает эмиссионную составляющую углеродного цикла лесных экосистем Северной Евразии преадаптированной к изменению климата любой направленности: похолодание – потепление, гумидность – аридность.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (проект № 15-04-06881) и Президиума УрО РАН (проект № 15-12-4-27).

#### Список литературы:

Заварзин Г.А. 2006. Углеродный баланс России. В кн.: Возможности предотвращения изменения климата и его негативных последствий: проблема Киотского протокола: материалы Совета–семинара при президенте РАН / под ред. Ю.А. Израэля. - М. С. 134–151.

Заварзин Г.А., Заварзина А.Г. 2009. Ксилотрофы и микофильные бактерии при образовании дистрофных вод. – Микробиология. Т. 78. № 5. С. 579–591.

Замолотчиков Д.Г. 2009. Оценка пула углерода крупных древесных остатков в лесах России с учетом влияния пожаров и рубок. – Лесоведение. № 4. С. 3–15.

Кудеяров В.Н., Заварзин Г.А., Благодатский С.А. и др. 2007. Пулы и потоки углерода в наземных экосистемах России / отв. ред. Г.А. Заварзин. М.: Ин-т физ.-хим. и биол. проблем почвоведения РАН, 315 с.

Мухин В.А. 1993. Биота ксилотрофных базидиомицетов Западно-Сибирской равнины. Екатеринбург: УИФ "Наука". 230 с.

Мухин В.А., Воронин П.Ю. 2007. Микогенное разложение древесины и эмиссии углерода в лесных экосистемах. – Экология. №1. С. 24–29.

Мухин В.А., Воронин П.Ю., Сухарева А.В., Кузнецов Вл. В. 2010. Грибное разложение древесины при потеплении климата в бореально-гумидной лесорастительной зоне. – Доклады академии наук. Т. 431. № 3. С. 423–425

Мухин В.А., Диярова Д.К., Веселкин Д.В. 2015. Влажность как фактор CO<sub>2</sub>-эмиссионной активности древесного дебриса. – Лесоведение. № 3. С. 208–213.