

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ВОДНО-ТЕПЛОВОГО РЕЖИМА БОЛОТНЫХ МАССИВОВ С ЦЕЛЬЮ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ИХ ПОЖАРООПАСНОГО СОСТОЯНИЯ

Лавров С.А

ФГБУ «ГГИ», Россия

На территории России наблюдаются относительно редкие, но катастрофические явления – пожары на болотных массивах и торфяниках возникающие при их саморазогревании. В подавляющем большинстве случаев им сопутствует длительный период с аномально высокой температурой воздуха.

В настоящее время саморазогревание и самовозгорание торфа рассматриваются как комплекс взаимно связанных процессов: физических, биохимических и химических. На начальном этапе под влиянием гидрометеорологических факторов внешней среды (солнечной радиации, температуры воздуха и физических характеристик торфа, теплофизических свойств и др.) торф получает небольшое повышение температуры, не более 5 – 6⁰С. Это является спусковым механизмом начала активизации жизнедеятельности микроорганизмов и развития биохимических процессов. В результате происходит выделение большого количества тепла и дальнейшее повышение температуры торфа. При критических температурах 72–75⁰С биохимические процессы прекращаются. В этом диапазоне начинаются развиваться химические и физические процессы, которые в конечном итоге приводят к самовозгоранию торфа.

Исследования процесса саморазогревания и самовозгорания торфа, учитывая крайне редкую вероятность этого процесса в природе, проводилась нами на основе физико-математического моделирования тепловлагопереноса в системе почва – растительность – атмосфера. Модель описывает всю совокупность физических и биологических процессов протекающих в данных средах (в англоязычной литературе модели получили название Soil - Vegetation - Atmosphere - Transfer (SVAT) или Land Surface Models (LSM)). Подобные модели раскрывают сущность процессов, учитывают влияние и взаимосвязь важнейших параметров внешней среды.

Математическая модель позволила использовать в сжатом и удобном для количественного применения виде всю имеющуюся информацию о процессе саморазогревания торфяников, а также лучше разработать стратегию экспериментов и планировать их проведение.

Проведение численных экспериментов позволило установить следующие основные зависимости процесса саморазогревания торфяника:

- Максимальный разогрев торфяника происходит на глубине около 1м. Верхний и придонный слои торфа подвержены воздействию граничных температурных условий и поэтому имеют более низкую температуру.
- Рост влажности торфа и, соответственно, коэффициента теплопроводности и удельной теплоемкости ведет к снижению величины саморазогревания. При коэффициенте теплопроводности выше $0,5 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{град})$ или влажности выше 40% объема, процесс саморазогревания не заканчивается самовозгоранием.
- При уменьшении удельного тепловыделения ниже $0,005 \text{ Вт}/\text{кг}$ или величины энергии активации ниже $40\,000 \text{ Дж}/\text{моль}$ самовозгорания не наблюдается.
- При средней температуре воздуха в период с мая по август и потоках солнечной радиации ниже на 25% от соответствующих характеристик 2010 года на территории ЕТР самовозгорания не наблюдается даже в условиях неограниченной аэрации.
- Потенциальной возможностью самовозгорания обладают слои естественных торфяников расположенные на глубине около 1м и мощностью залегания не менее 0,4м.

Основной вывод, который можно сделать на основе полученных результатов, заключается в том, что только определенное сочетание физических, физико-химических и микробиологических свойств торфа с экстремальными метеорологическими условиями приводит к самовозгоранию торфяников.