

УДК 502/504:630*43

А. В. ЕВГРАФОВФедеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования
РГАУ–МСХА имени К.А. Тимирязева**ИННОВАЦИОННЫЙ МЕТОД МОНИТОРИНГА ЛЕСОТОРФЯНЫХ
ПОЖАРОВ И ЕГО ПРИБОРНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ**

На Земле каждый день возможны чрезвычайные ситуации (ЧС): землетрясения, наводнения, пожары и другие бедствия. В результате чрезвычайных ситуаций гибнут люди, наносится огромный материальный, экологический и моральный ущерб. В России за последние десятилетия наиболее актуальной государственной проблемой становится проблема лесных и торфяных пожаров, защита от которых – это своевременная их локализация и тушение.

Мониторинг лесоторфяных пожаров, теплотворность торфа, экспериментальная установка, самовоспламенение торфа, метод мониторинга влажности и температурного состояния торфяных почв.

In the Globe there may happen emergency situations (ES) every day: earthquakes, flooding, fires and other disasters. As a result of emergencies people lose their lives, an enormous material, ecological and moral damage is affected. In Russia for the last decades the most actual problem has become a problem of forest and peat fires, their protection can be a timely localization and extinguishing.

Monitoring of forest-peat fires, peat calorific power, pilot plant of peat spontaneous ignition, monitoring method of humidity and thermal condition of turf soils.

Первые упоминания о торфе зафиксированы за 240 лет до Рождества Христова и связаны они в первую очередь с торфяными пожарами на болотах Фессалии. На Руси торфяные пожары отмечены в Лаврентьевской летописи за 1092 год.

Наибольшие залежи торфа сосредоточены в двух странах: России – 150 млн га и Канаде – 111 млн га. Общие запасы торфа на территории Российской Федерации оцениваются в размере 162,7 млрд т торфа 40%-й влажности.

Торф склонен к самовозгоранию и вынужденному зажиганию от нагретых тел, что может происходить при температуре воздуха выше +30 °С (в летнюю жару поверхность почвы в средней полосе может прогреваться до +52 ... +54 °С). Температура зажигания T_z , вызывающая тление, достаточно низка. Критическая температура зажигания обезвоженного торфа составляет менее 200 °С. В результате низкой температуры зажигания торф может загораться в сухую летнюю погоду от искры, окурков или самовозгораться [1].

Торфяные пожары охватывают большие площади и трудно поддаются

тушению, особенно когда горит слой торфа значительной толщины. Торф может гореть во всех направлениях независимо от направления и силы ветра, а под почвенным горизонтом он горит и во время умеренного дождя и снегопада, образуя внутри слоя пустоты.

Высокая теплотворность торфа связана с большим содержанием в нем битумов (до 25 %). Горение битумов сопровождается высокой температурой и выделением парообразного парафина, который при встрече с холодными частицами торфа покрывает их водонепроницаемой пленкой. Такие частицы торфа водой не смачиваются. Гетерогенное горение нижних слоев идет устойчиво и не может быть остановлено с помощью тушения поверхностных очагов водой или непродолжительными осадками.

Для Центральной Нечерноземной зоны России вероятность возникновения торфяных пожаров во многом определяется количеством осадков, выпадающих в летний период. При средней норме осадков с начала пожароопасного сезона 250...280 мм в лесах с заторфованными

почвами возможны подстилочные и низовые пожары, без заглубления в торф. При уменьшении количества осадков в июле и августе вероятность возникновения торфяных пожаров увеличивается. На влажность растительного покрова болот влияют осадки (в значительно большей степени, чем на влажность леса), уровень грунтовых вод, солнечная радиация и ветер. В засушливые годы опасность возникновения торфяных пожаров на неосушенных и осушенных залежах практически не различается.

Борьба с торфяными пожарами включает в себя профилактические мероприятия, направленные на ограничение возможности возникновения и распространения пожаров, своевременное обнаружение возникающих пожаров и собственно тушение торфяных пожаров.

Ликвидацию массовых торфяных пожаров зачастую осложняют труднодоступность районов тушения и удаленность их от источников водоснабжения, нерациональность, а порой и невозможность привлечения автотранспорта для доставки воды [2].

Современные способы мониторинга (пожарной разведки) фиксируют факт пожара, что требует его ликвидации. Значительно эффективнее на основе данных мониторинга получить прогноз пожарной обстановки и принять профилактические мероприятия до возникновения пожара.

Основу современных научных представлений о тепловом самовоспламенении заложил Вант-Гофф. Он указал, что самовоспламенение определяется не скачкообразным ростом скорости тепловыделения при температуре самовоспламенения, а нарушением равновесия (в сторону тепловыделения) между теплоприходом и теплоотводом: $V_1 > V_2$.

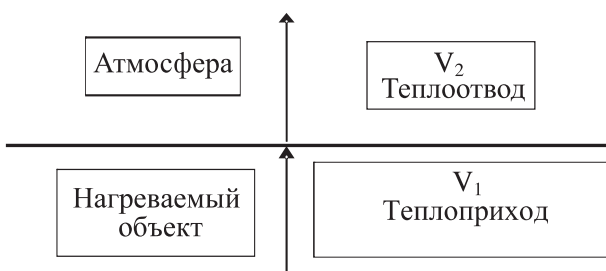


Рис. 1. Тепловой баланс поверхности нагреваемого объекта

Целью проведения экспериментальных исследований являлось определение склонности к самовозгоранию образцов торфа при различной их влажности и плотности. В процессе проведения опытов были определены следующие характеристики: 1) время, через которое происходило самовозгорание образцов торфа в зависимости от насыщенности их влагой; 2) влияние различного объемного веса образцов на время возникновения эффекта самовозгорания.

Для проведения опытов использовали сушильный шкаф марки СНОЛ-3,5 с объемом рабочей камеры 40 л, согласно рекомендациям. Температурный режим мог изменяться в диапазоне от 0 до 350 °С. Исследуемые образцы торфа помещали в контейнеры К-30 цилиндрической формы, изготовленные из латунной сетки № 8.

Температуру в сушильном шкафу измеряли в нескольких точках тремя термомпарами ТПК 011...0,5/1,5 с диаметром электродов 0,5 мм и с термоизоляцией. Диапазон измерения температур – 40 ... +800 °С. Дополнительно для контроля температуры в сушильном шкафу использовались ртутные термометры с диапазоном измерения от 0 до 350 °С.

Для записи показаний термопар применяли четырехканальный измеритель-регистратор марки ИС-203.4, к которому через нормирующие усилители НУ-02 с диапазоном рабочих температур 0...900 °С и выходным сигналом в виде постоянного тока 4...20 мА присоединялись термопары ТПК 011...0,5/1,5. Измеритель-регистратор ИС-203.4 через модуль ПС-2 и разъем RS-485 передавал данные с термопар на персональный компьютер, которые обрабатывались с помощью программ Dispatcher 203 и Techno Graphics. Схема установки в сборе представлена на рис 2.

По результатам экспериментальных исследований, методика проведения которых приведена выше, были построены графики изменения температуры в центре и на поверхности исследуемых образцов торфа в зависимости от насыпной плотности испытуемого материала (рис. 3). Были определены интервалы времени от начала эксперимента до самовозгорания образцов торфа в зависимости от насыпной плотности и интенсивности испарения влаги U .

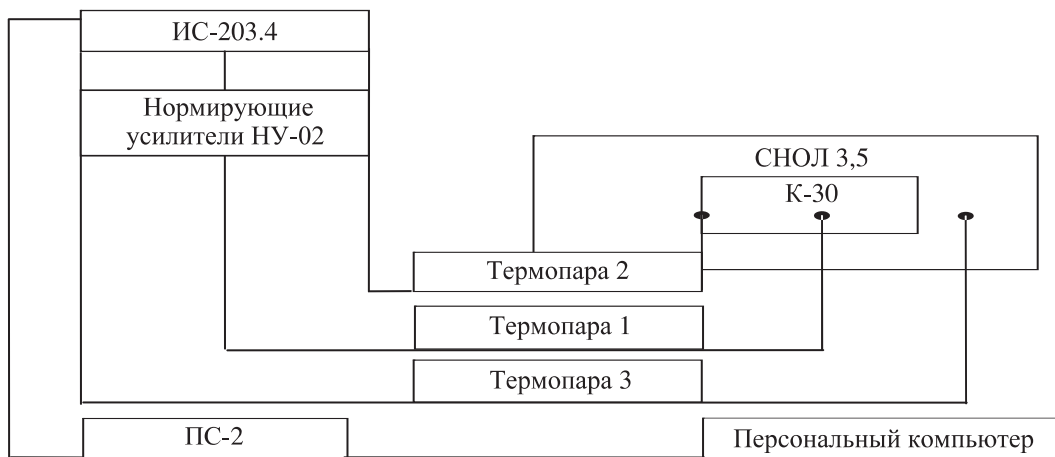


Рис. 2. Схема экспериментальной установки

Первый участок заключен между началом кривой 1 и характерной точкой – точка 1 (рис. 3). Температура в точке 1 равна половине температуры воздуха в сушильном шкафу (в нашем случае составляет 45 °С). В точке 1 определялась влажность образцов торфа, которая составила 52,9 % от массы абсолютно сухой почвы при плотности образца $d_v = 0,16 \text{ г/см}^3$.

Второй участок, расположенный между точкой 1 и точкой 1.1 на кривой 1, представляет собой прямолинейный участок, характеризующийся температурой, равной половине температуры воздуха в сушильном шкафу, т. е. 45 °С. В точке 1.1 была определена влажность образцов, которая составила 0 %.

Третий участок расположен между точками 1.1 и 2. Данный участок харак-

теризуется дальнейшим повышением температуры теплофизического центра образцов торфа при их влажности 0 % до достижения критической точки 2 с температурой, равной температуре воздуха в сушильном шкафу 90 °С.

Температурная кривая 2 поверхности образцов торфа характеризуется двумя участками. Первый участок – это наклонная линия от начала эксперимента до достижения значения 90 °С. Второй участок – это прямолинейная линия в продолжение первого участка с температурой 90 °С до критической точки 2 (см. рис. 3).

Таким образом, по полученным результатам экспериментов при температуре 90 °С можно сделать заключение, что наличие влажности в образцах торфа не дает расти температуре теплофизического центра выше значения, равного половине статированной температуры воздуха. Данное явление можно объяснить тем, что на испарение влаги затрачивается значительная часть энергии, и тем, что влага, испаряясь, охлаждает торф, не давая температуре расти выше значения, равного половине температуры окружающего воздуха.

Экспериментальные исследования проводились в 2008 году на осушенном в 1954 году болоте Кальское, расположенном на землях ЗАО «Заборье» Рязанского района Рязанской области. Площадь объекта – 309 га. Водное питание – грунтовое. Почва – торфяная низинная, глубина торфа – от 0,8 до 1,5 м. Коэффициент фильтрации – 1,04...1,14 м/сут. Степень разложения торфа – 45...53 %, зольность – 22...28 %, рН солевой вытяжки – 5,5...6,0. Объект осушался

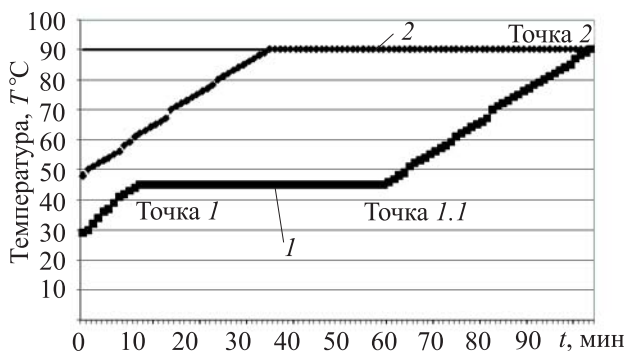


Рис. 3. $W_{H12} = 65,2 \%$ – влажность образца перед началом измерений; $d_v = 0,16 \text{ г/см}^3$ – объемная плотность почвы; температура воздуха 90 °С; значения температуры: точка 1 – 45 °С; точка 1.1 – 45 °С; точка 2 – 90 °С

глубокими редкими каналами, врезанными дном в песок. Расстояние между собирателями – 300 м, между ловчими – 500 м. Глубина грунтовых вод в зависимости от метеорологических условий колебалась в среднем за вегетацию в диапазоне 1,2...1,5 м от поверхности. В системе овощекормового севооборота использовался мелиоративный объект «Кальское».

Целью исследований являлось изучение режимов влажности и температуры поверхности и внутренних слоев торфяной почвы на осушенном поле, используемом под многолетние травы, и на естественном болоте. Опытные площадки были заложены в трех вариантах: 1) площадка, очищенная от растительности, на осушенном торфянике, который использовался под многолетние травы; 2) на осушенном торфянике непосредственно на площади, занятой многолетними травами; 3) на болотном массиве с естественной растительностью.

В летний период на опытных площадках проводили следующие измерения: 1) температуры – воздуха над поверхностью почвы, поверхности почвы 0 см, в центре слоя торфяной почвы 0...5 см, в центре слоя торфяной почвы 5...10 см, в центре слоя торфяной почвы 10...15 см; 2) влажности – поверхности торфяной почвы, в слое торфяной почвы 0...5 см, слое торфяной почвы 5...10 см и слое торфяной почвы 10...15 см.

На поле и на естественном болотном массиве также велись наблюдения за уровнем грунтовых вод. Результаты полевых исследований полностью подтвердили данные, полученные в лаборатории.

На основе полученных данных был разработан, испытан и запатентован инновационный метод мониторинга влажности и температурного состояния торфяных почв [3]. Данный метод позволяет определить по совокупности ряда условий готовность торфа к вынужденному зажиганию от нагретых тел и самовозгоранию. На основе перечисленных принципов создан прибор для мониторинга (рис. 4).

Существующие способы мониторинга фиксируют факт возникновения торфяного пожара, но не могут его спрогнозировать. Использование инновационного метода мониторинга лесоторфяных пожаров позволяет прогнозировать торфяной пожар до возникновения и своевременно



Рис.4. Прибор для инновационного метода мониторинга торфяных почв

проводить профилактические мероприятия по его предотвращению. Применение такого прибора дает значительный экономический эффект за счет сокращения средств на ликвидацию пожаров. Предотвратить экологический и материальный ущерб, исключить затраты на борьбу с очагами возгорания можно благодаря профилактическим средствам.

Выводы

Существует тенденция роста количества лесных и торфяных пожаров по причине самовозгорания и вынужденного зажигания торфяных почв, связанная с потеплением климата. К пожароопасным территориям относятся торфяники: осушенные, выработанные, находящиеся в сельскохозяйственном использовании и в естественном состоянии.

По результатам проведенных лабораторных и полевых исследований были определены граничные условия возникновения лесоторфяных пожаров.

Приборное обеспечение инновационного метода мониторинга позволяет определять вероятность возникновения пожаров до возникновения очагов тления и горения. При использовании прибора в системе предупреждения лесоторфяных пожаров достигается значительный экономический эффект за счет снижения затрат на борьбу с пожарами и их последствиями.

1. **Киселёв Я. С.** Физические модели горения в системе предупреждения пожаров. – СПб: Санкт-Петербургский университет МВД России, 2000. – 264 с.

2. **Евграфов А. В.** Водный режим земель и его взаимосвязь с торфяными пожарами: монография. – М.: Изд-во РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева, 2009. – 164 с.

3. Пат. № 67872 Российская Федерация, (51) МПК А62С 3/00,

А62С 2/00. Система мониторинга температурного состояния торфяника / А. В. Евграфов; патентообладатель Евграфов А.В.; опубл. 10.11.2007. Бюл. № 31. – 3 с.

Материал поступил в редакцию 24.03.11.

Евграфов Алексей Владимирович, кандидат технических наук, доцент

Тел. 8-906-782-15-13

E-mail: alex7753@rambler.ru

УДК 502/504:614.8.084

С. А. МАКСИМОВ

Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Московский государственный университет природообустройства»

УПРАВЛЕНИЕ ГИДРОФИЗИЧЕСКИМ БАРЬЕРОМ ДЛЯ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ ПОЖАРООПАСНЫХ СИТУАЦИЙ НА ТОРФЯНИКАХ

Предложено использовать инженерно-экологические системы двустороннего регулирования водного режима на торфяниках и осуществлять управление гидрофизическим барьером для предотвращения возникновения торфяных пожаров.

Торфяные пожары, пожарная опасность, геохимические барьеры, гидрофизический барьер, барьерные функции, почва, регулирование барьеров, инженерно-экологическая система.

It is proposed to use engineering-ecological systems of the bilateral regulation of water regime on peat swamps and carry out control of hydro-physical barrier for prevention of peat fire origin.

Peat fires, fire hazard, geo-chemical barriers, hydro-physical barrier, barrier functions, soil, regulation of barriers, engineering-ecological system.

Центральная, Северо-Западная и Северо-Восточная части Европейской России, вся Западная Сибирь расположены в зонах средней и очень высокой пожарной опасности торфов [1], т.е. географически и исторически это территория, для которой лесные, в том числе торфяные, пожары являются естественными и довольно часто повторяющимися событиями.

Пожары в России происходили всегда, приносили огромный ущерб и разрушения, но так ли они неизбежны и в чем причины их возникновения? Любой, даже

самый сильный пожар можно потушить, но можно ли предотвратить его?

Катастрофическая ситуация с пожарами сложилась летом 2010 года. По информации Министерства чрезвычайных ситуаций Российской Федерации, пожарами было охвачено около 500 тыс. га в Центральной России, Поволжье, на Чукотке, в Дагестане и других регионах. Особенно опасными для огромного количества людей стали торфяные пожары, которые были зафиксированы в Московской, Свердловской, Кировской, Тверской,