

В.В. Коцан, доц., канд. с.-х. наук;
О.С. Ожич, ст. преп., канд. с.-х. наук;
О.А. Севко, доц., канд. с.-х. наук;
М.В. Балакир, ст. преп., канд. с.-х. наук
(БГТУ, г. Минск)

МОДЕЛИРОВАНИЕ РАЗВИТИЯ ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ С УЧЕТОМ ДАННЫХ О СОСТОЯНИИ ЛЕСНЫХ МАССИВОВ И МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ

Лесные пожары из года в год остаются актуальной проблемой не только в Беларуси, но и за ее пределами. Существует ряд причин для их возникновения, начиная с выжигания сухой растительности и заканчивая умышленными поджогами. Аномально жаркая погода в последние годы только усугубляет ситуацию. За 2023 год в лесном фонде Министерства лесного хозяйства произошло 710 лесных пожаров общей площадью 310 га. Средняя площадь возгорания составила 0,44 га.

В существующей на территории нашей страны пожароопасной ситуации в дополнение к быстрому обнаружению лесного пожара, еще одним наиболее эффективным инструментом по минимизации ущерба является прогноз его динамики при существующих погодных и лесотипологических условиях для оперативного принятия мер по ликвидации возгораний.

Прогноз динамики развития лесного пожара строится на основании математического моделирования и является сложным процессом в силу многообразия физических процессов, протекающих в зоне пожара и в атмосфере над пожаром. На процесс горения влияют погодные условия и пиралогическая характеристика лесного насаждения.

Для автоматизации процесса прогнозирования распространения лесного пожара был разработан программный комплекс «Моделирование лесного пожара», который решает следующие задачи: расчет характеристик лесного пожара, динамики его развития и графическое представление модели развития лесного пожара на геопространственной основе в границах Республики Беларусь.

В основу разработки программного комплекса положена концепция эллиптической модели распространения лесного пожара. Определение координат потенциальных возгораний на территории лесного фонда возможно на основе зарегистрированных температурных аномалий, данных видеонаблюдения, данных авипатрулирова-

ния. Расположение и размеры лесного пожара моделируются в зависимости от лесоводственно-таксационных характеристик лесных насаждений, определяемых по данным лесоустройства, и метеорологических показателей по ближайшей к зарегистрированному возгоранию метеостанции.

На данном этапе исследований проводился анализ результатов прогнозирования программного комплекса «Моделирование лесных пожаров» с целью проверки полученных данных на соответствие методическим рекомендациям по прогнозированию развития лесных пожаров с учетом данных о состоянии лесных массивов и метеорологических условий.

Проверка проводилась в двух направлениях: моделирование лесного пожара в различных лесоводственно-типологических условиях и моделирование лесного пожара в различных метеорологических условиях.

С помощью развернутого на тестовом сервере программного комплекса «Моделирование лесного пожара» проводился расчет характеристик лесного пожара и динамики его развития (скорость и направление распространения фронта, площадь пожара) в результате было получено графическое представление модели развития лесного пожара.

На рисунке 1 изображено изменение скорости и направления распространения фронта лесного пожара. Различные характеристики насаждений, в которые переходит лесной пожар вызывают неоднородность скорости продвижения фронта лесного пожара, а изменение направления ветра корректирует направление его пространственного продвижения. Было протестировано изменение скорости лесного пожара в одних метеорологических условиях в древостоях различного породного состава, результаты показали соответствие методическим рекомендациям при переходе пожара в иную пирогенную среду.



Рисунок 1 – Моделирование контура пожара при изменении лесоводственно-таксационной характеристики древостоя и направлении ветра

Также было проверено влияние изменения метеорологических показателей на развитие лесного пожара в гомогенной среде. При проведении тестирования не было выявлено недостатков в действиях программного обеспечения.

Сравнительный анализ моделируемых и фактических контуров лесных пожаров показал, что при работе с программным комплексом на точность моделирования влияет правильность установки точки возникновения лесного пожара. Так как больше 90 % всех возгораний в лесном фонде происходит по вине человека, то точку возгорания с большой вероятностью необходимо ставить в действующем контуре лесного пожара ближе к дороге, как источнику проникновения человека в лесной фонд (рисунок 2).

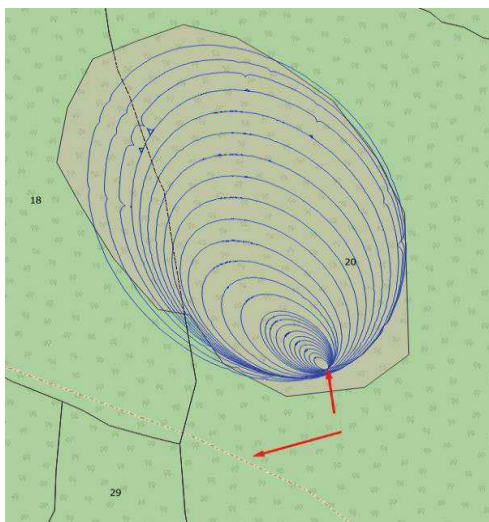
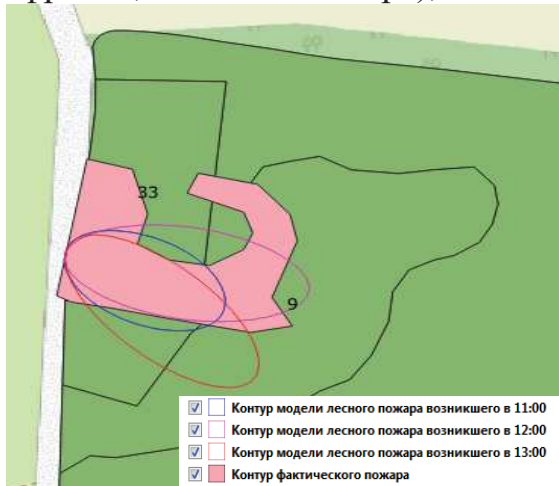


Рисунок 2 – Определение точки начала возгорания

Так же на правильное моделирование лесного пожара влияет точность указания времени возникновения возгорания. На рисунке 3 *а* синим цветом обозначен контур модели лесного пожара возникшего в 11:00, фиолетовым цветом – в 12:00, а красным – в 13:00, на рисунках 3 *б*, *в*, *г* представлены условия при которых происходит моделирование лесного пожара. В представленное время каждый час меняется скорость и направление ветра, период моделирования составляет 1 час и площадь лесного пожара составляет от 0,2 до 0,31 га, что соразмерно фактической площади лесного пожара, которая на момент обнаружения составила 0,2 га. На рисунке 3 *а* видно что контур моделируемого пожара возникшего в 12:00 больше остальных приближен к фактическому контуру.

В результате проведенной проверки материалов построения прогноза распространения лесного пожара программным комплексом «Моделирование лесного пожара» можно заключить, что все

расчетные показатели (скорость и направление распространения фронта, площадь пожара), а также графическое представление модели



a

б

в

г

a – модели лесного пожара с различным временем возникновения возгорания;

б – характеристика условий возникновения пожара в 11:00; *в* – характеристика условий возникновения пожара в 12:00; *г* – характеристика условий возникновения пожара в 13:00

Рисунок 3 – Моделирование лесного пожара с различным временем возникновения возгорания

Развития лесного пожара на геопространственной основе в границах Республики Беларусь соответствуют разработанным ранее методическим рекомендациям по прогнозированию развития лесных пожаров с учетом данных о состоянии лесных массивов и метеорологических условий. Дальнейшее совершенствование вычислительных алгоритмов с учетом последующих обновлений базы данных, включающей новую информацию о возникающих в лесном фонде пожарах, позволит повысить точность пространственно-временного моделирования возможного развития лесных пожаров.