

ОТЗЫВ официального оппонента
на диссертацию на соискание ученой степени
кандидата географических наук Гизатуллина Алмаза Тимербулатовича
на тему: «Геоинформационное моделирование пожарной опасности
природных территорий России» по специальности
1.6.20 – «Геоинформатика, картография»

Актуальность избранной темы.

Тема диссертационного исследования Алмаза Тимербулатовича Гизатуллина, несомненно, актуальна (*«на официальном уровне в России используется методика оценки пожарной опасности по условиям погоды В. Г. Нестерова, разработанная в 1949 г.»* - стр. 5 диссертации) и в течение уже минимум 50 лет значение данной проблематики только нарастает. Доказывающие якобы недостаточную плотность спутниковой информации для отчетности по пожарным эмиссиям парниковых газов профильные чиновники Рослесхоза не могут объяснить или просто не понимают, почему при том же самом или даже меньшем количестве спутников сравнение площадей ежегодных гарей в Канаде и Аляске официальной статистике (NFDB) и независимые оценки по данным ДЗЗ (ABoVE-FED, MODIS MCD64A1 C5, MCD64A1 C6 - Potter, S., Cooperdock, S., Veraverbeke, S., et al. (2022) Burned Area and Carbon Emissions Across Northwestern Boreal North America from 2001–2019, EGUsphere [preprint], <https://doi.org/10.5194/egusphere-2022-364>) полностью коррелируют, а в Российской Федерации для отчетности по эмиссии парниковых газов нужно пользоваться якобы только наземными данными Рослесхоза, покрывающими всего порядка четверти лесов страны.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, их достоверность представляется достаточно высокой и аргументированной, что, по крайней

мере, частично подтверждается докладами на международных и всероссийских конференциях, а также публикациями в рецензируемых научных изданиях.

Новизна выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации представляется существенной.

Анализ текста диссертационного исследования.

Текст диссертации А.Т. Гизатуллина хорошо структурирован и логически выстроен, практически не страдает общими отвлеченными рассуждениями. Автор диссертации хорошо владеет современной как отечественной, так и международной научной литературой.

ГЛАВА 1. Состояние вопроса оценки и прогнозирования пожарной опасности.

В разделе подчеркивается, что низовые пожары составляют до 97% от всех лесных пожаров (Волокитина и др., 2020), однако наиболее опасными с точки зрения интенсивности протекания и последствий являются верховые. Собственно, вокруг данного положения в настоящее время и идут основные дискуссии – как учитывать эмиссию парниковых газов в ходе лесных пожаров – каковы эмиссии парниковых газов при низовых пожарах, какие коэффициенты и при каких условиях должны использоваться.

В главе справедливо констатируется, что резкое обнуление пожарной опасности, особенно в районах, где она была высокой, только за счет выпадения осадков невозможно (стр. 34)

Также в главе констатируется, что плотность метеостанций в России достаточно низкая и это приводит к грубой пространственной точности моделирования. При современной доступности других данных использование одного источника при всех его преимуществах снижает потенциал достоверности методики. (стр. 37)

Следует отметить качественный обзор международного опыта. В работе отмечается, что национальная система моделирования пожарной опасности Канады во многом схожа с российской (так же как и национальные системы инвентаризации лесов РОБУЛ-М и СВМ-CFS), однако является более развитой с точки зрения критических составляющих методик (учитывается значительно большее количество показателей, отражающих проявление погодных условий, последние оцениваются с различных сторон влияния на горючие материалы растительного происхождения; качестве исходных данных используются те же наземные метеорологические измерения, однако количество метеостанций превышает 2500 единиц, дополнительно измерения интерполируются на основе ЦМР GTOPO30). Методика NFDRS (США) обладает некоторыми преимуществами, поскольку в ходе ее разработки и применения впервые были внедрены космические данные ДЗЗ с огромным потенциалом для последующего развития, а также расширен перечень факторов и показателей пожарной опасности. Планируется обновление системы до NFDRS2016 с учетом современных источников данных и алгоритмов их обработки.

Значимым этапом развития методик моделирования пожарной опасности стало появление новых источников данных, в первую очередь - применение данных дистанционного зондирования (1960-80-е гг.). Первоначально в 1960-х гг. для раннего обнаружения возгораний использовали аэросъемку в среднем и тепловом инфракрасном диапазоне. Запуск первых метеорологических и ресурсных спутников ДЗЗ в 1970-х гг. обусловил подъем обеспечения источниками новых данных. Глобальный и маршрутный режимы съемки создали условия для пространственной регулярности измерений при высоком территориальном охвате, что несвойственно наземным метеорологическим наблюдениям, одновременно с сохранением остальных преимуществ (оперативность, регулярная временная частота, объективность). Методики разрабатывались в основном по данным спутников NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration) и Landsat,

первые образцы которых были запущены еще в 1970 и 1972 гг. (Maul, Gordon, 1975) и включали в себя исследования корреляции наземных и спутниковых метеорологических измерений (стр. 43-44).

Важным этапом в прогнозировании пожарной опасности в лесах России является создание Информационной системы дистанционного мониторинга (ИСДМ) Рослесхоза, которая представляет собой одну из крупнейших систем мониторинга природных пожаров в мире. Вместе с тем приватность системы, недоступность архивных данных, обобщенность представления информации снижает возможности ее тестирования и использования (стр. 51).

Значимым плюсом работы является Глава 1.5. «Нормативно-правовое регулирование и состояние пожарной охраны природных территорий в России» (стр. 54). Как правило во многих географических обще-экологических работах, к сожалению, отсутствует привязка и учет координат нормативно-правового регулирования, без чего содержательные выводы и рекомендации во многом обесцениваются. В частности важен факт того, что контроль пожарной опасности разделен между тремя федеральными органами исполнительной власти по целевому назначению: Рослесхоз является ответственным за земли лесного фонда, МЧС – за земли сельскохозяйственного назначения, а Минприроды – за земли ООПТ. (стр. 57). Диссертант справедливо отмечает, что распределение ответственности также осуществляется по их подведомственным структурам на различных уровнях – федеральном, региональном и местном и что такая множественность контроля зачастую ведет к дублированию функциональных обязанностей и рассогласованности действий при отсутствии четкого оперативного протокола обмена информацией, что ухудшает эффективность совместного мониторинга пожаров.

ГЛАВА 2. Исходные пространственные данные модели пожарной опасности

Важным положением данной главы является констатация того, что разрешение изображений в составе продуктов аппарата MODIS составляет от 250 до 1000 м (в большинстве случаев – 500 м) при территориальном охвате сцены 1200 км, погрешность привязки – менее 150 м. В частности, разрешение 500 м определяет детальность моделирования. (стр. 67), что зачастую отрицается или остается непонятым сотрудниками Рослесхоза.

Положительной стороной работы наличие *реанализа*, который включает в себя согласование данных из различных источников наблюдений и пространственно-временное разглаживание неравномерно распределенных переменных с учетом особенностей 68 атмосферных явлений. В работе отмечается, что наиболее достоверной является модель ECMWF (European Centre for Medium-Range Weather Forecasts), которая и была выбрана для дальнейшего использования. Ее точность оценивается в 89,93%, тогда как, например, российская модель ПЛАВ ограничивается 79,33% (стр. 68).

Во многом наблюдения рассредоточены неравномерно, а их приведение к регулярной сетке осуществляется на основе математических пространственных экстраполяций. Однако постепенно количество источников растет, заключаются новые соглашения об их интеграции, что дополнительно улучшает точность модели.

ГЛАВА 3. Методика геоинформационного моделирования пожарной опасности

В данной главе диссертации констатируется, что переменные температуры и инсоляции характеризуют процесс накопления энергии, усиливающей пожарную опасность территории. Количество осадков и влажность воздуха коррелируют с потерями энергии, влекущими за собой снижение опасности (стр 80-81). Важным является заключение, что съемочная система за счет усиления регистрации излучения может обнаруживать возгорания и менее площади пикселя в 1 км^2 – до сотен м^2 (стр. 88).

Одновременно считаю нужным отметить перегруженность и трудность для восприятия рис. 3.4. «Изменение некоторых показателей за период 30 суток до возгорания (03.07.2021, близ д. Бидея Красноярского края): а) спектральной отражательной способности в каналах MODIS; б) спектральных индексов (по данным MODIS); в) температурных значений; г) осадков и комплексного показателя Нестерова (оба – по метеомодели ECMWF) на стр. 92.

Также заслуживает обсуждения вопрос о целесообразности выбора 678 показателей (стр. 93) для моделирования. Значимость выбранных показателей обосновывается диссертантов, но одновременно складывается ощущение что использование такого большого числа показателей неизбежно приведет к снижению интерпретируемости моделирования (стр. 98). Возникает впечатление о необходимости сокращения количества входных показателей, то есть процедура отбора признаков (feature selection). Она верифицирует исходные показатели пожарной опасности и в целом обучающий набор путем проверки критериев полноты данных, независимости входных значений и их корреляции с выходными значениями. (Liang et al., 2016). По итогам предобработки обучающего набора и отбора признаков количество показателей пожарной опасности в модели было сокращено с 678 до 52 – 32 ежесуточно рассчитываемых, 15 постоянных, 5 пространственно-временных (стр. 104), что представляется логичным.

Успешно были подтверждены пространственные параметры модели: охват – территория всей России, пространственное разрешение – 500 м, пригодное для детального исследования отдельных локальных участков (стр 113).

Верификация и валидация модели продемонстрировали ее успешную целевую применимость: методика обладает большей ориентированностью на выделение наиболее пожароопасных участков природных территорий по сравнению с традиционными достижениями

Вопросы и замечания: представляется упрощенным или слишком прямолинейным подход автора к определению влияния показателей антропогенной нагрузки на пожарную опасность в лесах: 3.1.4 Показатели антропогенной нагрузки на основе слоев OSM, стр. 85-86 и 3.3.2. Обучение нейронной сети и анализ полученных взаимосвязей, стр. 102-103 и др.:

- 98% возгораний происходят в относительной близости от населенных пунктов (в пределах участков антропогенной нагрузки по взвешенным нормализованным расстояниям до 0,3), что подтверждает интенсивное влияние человека на возникновение природных пожаров;

- подобная тенденция наблюдается и относительно дорожной сети – 90% возгораний случаются на участках антропогенной нагрузки до 0,5)

Замечания оппонента сводится к следующему:

– Зависимость пожарной опасности от расстояния до или плотности дорог не линейна – сначала идет возрастание частоты возгораний в результате возрастания доступности лесов для человека, но без улучшения дорожной инфраструктуры обеспечивающей доступность для тушения пожаров (леса Дальнего Востока России, в первую очередь – Хабаровский край), а затем – падение горимости, поскольку уменьшается время наземного реагирования в результате повышения плотности лесохозяйственных дорог (часто используемый пример - Татарстан).

- Хотелось бы увидеть в Выводах и Рекомендация из работы предложения по изменению ведения лесного хозяйства в условиях изменения

климата и повышения горимости, основанные на результатах анализа огромного массива данных по лесным пожарам и горимости лесов.

- Вызывает сожаление, что Рисунок 0.1. Изменение площади сгоревших лесов в России (составлено диссертантом по Лупян и др., 2021) не включает данных по площади лесных пожаров в 2022 году, которые уже есть в ИСДМ-Рослесхоз, поскольку в 2022 г. произошло уменьшение площади лесных пожаров примерно в 3,5 раза. Было бы интересно познакомиться с точной зрения автора исследования на причины данного сокращения и актуальное состояние процесса.

Основное замечание. Цель работы безусловно благородная - автоматически предсказывать потенциальную пожароопасность. Но, к сожалению, такими простыми методами полностью решить ее невозможно. Основная претензия: автор собирает для анализа не те материалы, которые отвечают за горимость, а те, которые удастся найти однородные на территорию России.

Метеорологические данные благодаря развитию метеоспутников набрать можно, но любой сотрудник авиалесохраны скажет, что метеоусловия - это примерно только треть от условий возгорания.

Информация о материалах горения (валеже) и его состоянии вследствие погоды (сухой или влажный) недостаточно участвует в расчётах. Эта информация есть только у Рослесинфорга, а данная структура, судя по всему, не готова ей делиться.

Цитата "спектральные характеристики, которые непосредственно отражают состояние растительных горючих материалов и ее динамику,..." вероятно во многом не соответствует действительности. Получить с 500 метровых на пиксель снимков параметры валежа вряд ли возможно даже волшебнику. Поэтому эта часть работы выглядит несколько натянутой.

Существенная часть материалов диссертации похожа на карту вероятностей, составленную на основе большого массива данных. Поэтому и

валидацию легко проходит. Вроде карты вероятности правонарушений, которую каждый день выдают полицейским для дежурства.

Да, вероятность просчитать можно, но вот как это практически использовать? По крайней мере – пока - отряд лесной авиаохраны не полетит в точку, предсказанную по вероятности. Встроить эту схему в существующую практику пожаротушения, к сожалению, с большой долей вероятности, не удастся. Все что остается - использовать полученную карту для предупреждения и действий по предотвращению лесных пожаров. Но на практике для этого требуется переписывать лесоустроительную инструкцию, что, видимо, сделать будет затруднительно. Таким образом выводы о возможностях практического использования возможно несколько преувеличены.

В целом в работе проведены неплохие и интересные эксперименты с автоматической обработкой больших данных и при включении других материалов (в первую очередь – по горимости), предложенная диссертантом система будет достаточно работоспособна.

Можно прийти к выводу, что диссертационная работа А.Т. Гизатуллин представляет собой качественное, логически продуманное исследование по проблеме геоинформационного моделирования пожарной опасности природных территорий России. Вышеуказанные замечания не умаляют значимости диссертационного исследования. Диссертация отвечает требованиям, установленным Московским государственным университетом имени М. В. Ломоносова к работам подобного рода. Содержание диссертации соответствует паспорту специальности 1.6.20 – «Геоинформатика, картография» (по географическим наукам), а также критериям, определенным пп. 2.1-2.5 Положения о присуждении ученых степеней в Московском государственном университете имени М.В. Ломоносова, а также оформлена, согласно приложениям № 8, 9 к Положению о диссертационном совете Московского государственного университета имени М. В. Ломоносова.

Таким образом, соискатель Гизатуллин Алмаз Тимербулатович заслуживает присуждения ученой степени кандидата географических наук по специальности 1.6.20 – «Геоинформатика, картография».

Официальный оппонент:

Доктор географических наук,
Руководитель Центра ответственного
природопользования Института географии РАН
в.н.с. отдела физической географии и
проблем природопользования Института географии РАН

ШВАРЦ Евгений Аркадьевич



25.03.2023

Контактные данные:

тел.: 7(916)7077573 (ассистент), e-mail: e.a.shvarts@igras.ru

Специальность, по которой официальным оппонентом
защищена диссертация:

25.00.36– Геоэкология

Адрес места работы:

119017, г. Москва, Старомонетный пер., д. 29стр.4,
Институт географии РАН, отдел физической географии и проблем
природопользования

Тел.: +7(495)959-00-27; e-mail: web.fgp@igras.ru

Подпись руки тов. Шварца Е.А.
заверяю

Зав. канцелярией
Федеральное государственное бюджетное
учреждение науки Институт географии
Российской Федерации

