

Доклад руководителя проекта «Лесохранитель» Горяченкова Дмитрия Анатольевича
на II-й научно-практической конференции «Новые технологии оборонно-промышленного
комплекса в тушении лесных пожаров»
ВНИИ ГОЧС (ФЦ) МЧС России, 23 марта 2022 г.

Практический опыт построения эффективных систем мониторинга пожарной опасности с использованием платформы «Лесохранитель» на примере 50-ти регионов России.

Лесные пожары и незаконные вырубки каждый год приносят реальный ущерб - на мониторинг, ликвидацию пожаров и проведение мероприятий восстановления тратятся существенные бюджетные средства. Наиболее эффективным решением задачи минимизации ущерба от лесных пожаров является комплексное использование авиационного, космического, наземного и **автоматизированного видеомониторинга** для обнаружения, точного определения координат и оповещения о пожаре на самой ранней стадии.

ООО «Формоза-Софт» принадлежит авторское право на кроссплатформенную систему дистанционного мониторинга и автоматизированного обнаружения лесных пожаров «**Лесохранитель**», показавшую свою эффективность в реальной работе с 2010 года (на 2022 год работает в 55 регионах Российской Федерации, является самой крупной в мире системой с автоматическим видеообнаружением дымов). «Лесохранитель» 12 лет работает в разных – по размеру, инфраструктуре, климату, рельефу – регионах от Пскова до Сахалина. Ни у кого в мире нет такого широкого и длительного опыта построения и эксплуатации систем видеомониторинга в лесной отрасли, чем у нас. Сейчас мы уверенно говорим, что «Лесохранитель» сразу готов к работе на территории всей России.

Эффективность мы оцениваем не только по наибольшей вероятности обнаружения или наименьшей вероятности пропуска дыма, но и по затратам на создание и эксплуатацию системы, а также экономии бюджетных средств за счет уменьшения затрат на другие виды мониторинга и уменьшения ущерба от пожаров.

Эффективность «Лесохранителя» достигнута за счёт комплексного использования элементов искусственного интеллекта (в т.ч. нейросетевого анализа), геоинформационных технологий, технологий распределенных вычислений, запатентованных собственных алгоритмов разработчика и т.д.

На результат работы системы влияет множество факторов. Остановимся на ключевых.

1. Почему на территории, где есть электричество и связь, **автоматизированный видеомониторинг - самое эффективное решение?**

По сравнению с космическим или авиапатрулированием оно в несколько раз более:

- оперативное

Камера делает оборот 360 градусов примерно **каждые 10 минут**, в то время как космический и авиапатруль – **несколько раз в сутки**. Расчет простой: берём территории, где можно поставить камеры, смотрим ущерб в предыдущие годы, и делим его на 20 – в среднем в 20 раз быстрее камера обнаруживает пожар, чем авиапатруль, т.е. сгорело бы в 20 раз меньше леса.

- дешёвое

Сравниваем бюджеты на авиапатрулирование и установку 100 аппаратно-программных комплексов «Лесохранитель». Один АПК стоит около 380 тысяч рублей при покупке, плюс около 300 тысяч в год за обслуживание. Сравните со стоимостью одного самолета (никак не 300 тысяч) и ежегодных затрат на авиапатрулирование (в некоторых регионах до нескольких сотен миллионов рублей каждый год). И это еще без учёта уменьшения ущерба из-за раннего обнаружения!

- безопасное

«Лесохранитель» определяет координаты дыма с погрешностью до 150 метров и моментально оповещает всех, кого требуется, без опасности для человека. С помощью приложения для беспилотных летательных аппаратов можно определить площадь пожара, длину кромки и т.д., не подвергая опасности специалистов – не нужно идти-ехать-лететь к пожару.

- независимое от человеческого фактора

Определение дыма автоматизировано, диспетчер задействован только в процессе подтверждения и классификации. Авиапатрулирование требует гораздо более квалифицированных, дорогих и редких специалистов и полностью от них зависит.

- независимое от погодных условий, времени суток, причин возникновения и беспрецедентно надежное

Камеры АПК «Лесохранитель» работают от -50 до +50 при любой погоде, за 11 лет работы Лесохранителя (более 1700 точек мониторинга) ни одна система не простаивала из-за поломок камеры – оборудование очень надёжное. «Лесохранитель» автоматически детектирует лесные, техногенные, ландшафтные пожары, в светлое и тёмное время суток.

По статистике большинство пожаров возникают в пределах 30 км от населённых пунктов. Радиус видимости камеры кругового обзора - **оптической или оптико-тепловизионной** - со специализированным программным обеспечением раннего обнаружения «на борту» (АПК «Лесохранитель»), установленной на высотном сооружении оператора сотовой связи, как раз около 30 км.

На территории, где нет электричества и связи, авиапатрулирование на сегодня – незаменимое решение, и **в составе системы Лесохранитель есть мобильное приложение для лётчиков-наблюдателей (АПК «Финист»).**

2. Выбор мест размещения для точек мониторинга

Это краеугольный камень построения системы. Если камеры поставить неэффективно, неэффективной будет вся система.

Мы выбираем точки расположения камер на основе алгоритмов оверлей-анализа географо-информационной системы. Целевая функция – нахождение

максимума покрытия опасных участков зонами видимости камер. Учитываются: координаты и высоты антенно-мачтовых сооружений операторов связи, горимость лесов, рельеф, оптическая прозрачность атмосферы, исключаются точки с неоправданно высокими затратами на связь и т.д.

Результат:

- максимальное покрытие наиболее горимых лесов,
- максимальная вероятность обнаружения,
- точность определения координат.

Путем введения обязательного перекрытия зон видимости камер покрытие лесов уменьшается всего на 10-15%, но:

- за счет триангуляционного вычисления координат пересечения при видимости с нескольких камер точность определения координат увеличивается от 10 до 16 раз;
- вероятность обнаружения значительно повышается за счет уменьшения площади "слепых" зон.

Если нет средств на весь регион сразу, создавать и развивать систему нужно планомерно, располагая камеры «кучно», чтобы сразу получить результат. Экономический эффект достигается за счет отмены некоторых маршрутов патрулирования. Освободившиеся средства могут быть направлены на развитие системы видеомониторинга. Кроме того, этот подход позволит дополнительно сэкономить на техническом обслуживании оборудования и услугах связи.

Однако даже наиболее теоретически эффективно спланированная расстановка камер на практике иногда вынужденно корректируется – наличие на вышке загораживающих конструкций и т.п.

3. Архитектура системы

От архитектуры системы – то, как построена система «изнутри» - напрямую зависит стоимость владения системой (создания, внедрения, обслуживания) и безопасность системы.

Система не может быть эффективной, если она требует установки специального программного обеспечения на рабочий компьютер оператора системы и имеет привязку к одной импортной операционной системе. Любое расширение такой системы влечет за собой непропорциональный рост затрат на обслуживание всё новых и новых рабочих мест, приобретение новых серверов и их обслуживание квалифицированным персоналом, которого зачастую нет у Заказчика.

Эффективная система – клиент-серверная с вэб-интерфейсом, в которой оператору для полноценной работы нужна только «ссылка» на страничку с защищенным входом. Это позволяет:

- работать с системой с любого устройства, даже с домашнего и в случае поломки просто «пересесть» за другое устройство вплоть до планшета или даже смартфона на любой операционной системе;
- давать доступ к системе неограниченному количеству пользователей (по желанию Заказчика);

- передавать информацию подразделениям других ведомств и даже арендаторам, силы которых могут быть привлечены к разведке и тушению пожаров;
- обслуживать программное обеспечение только на сервере без доступа специалистов обслуживающей организации к данным, хранящимся на компьютерах пользователей системы (там может быть даже информация ДСП).

4. Автоматизация обнаружения дымов, скорость и достоверность реакции системы

С увеличением размеров системы растет нагрузка на операторов. Необходимость многократного и многочасового просмотра одних и тех же видео притупляют внимание и ведет к пропуску тревожных событий (дымов). Автоматизация обнаружения дымов решает эту проблему. Оператор должен только своевременно реагировать на тревожные сигналы системы и обрабатывать списки потенциально опасных объектов (дымов) с уточнением координат этих объектов.

В основе подсистемы автоматизированного обнаружения пожаров лежат алгоритмы обработки последовательности кадров с камеры и выделения «тревожных зон» - похожих на дым - и фильтрация этих зон по правилам, отсекающим ложные срабатывания.

Самая большая нагрузка на серверы – обработка большого количества видеoinформации от множества камер с целью обнаружения дымов. Особенно критично эта нагрузка сказывается на системе при увеличении количества или модернизации оборудования точек мониторинга (увеличение разрешения матриц камер). Нагрузка растет - растет и вероятность отказа серверов из-за перегрузки.

Наше ноу-хау – обнаружение пожара приложением, работающим непосредственно на камере. Первичная обработка видеокadra производится непосредственно на месте его «захвата» специализированным процессором камеры. При обнаружении подозрительной области кадра камера отсеивает ложные срабатывания и передает информацию серверному программному обеспечению для дальнейшего анализа уже в векторном виде. Такой подход позволил в разы увеличить скорость обнаружения, уменьшить нагрузку на каналы связи и серверы обработки информации, т.е. снизить эксплуатационные расходы.

Результат – онлайн определение пожаров и феноменальная расширяемость системы без необходимости наращивания серверных мощностей.

На сервере работают разработанные нами многоступенчатые нейросетевые алгоритмы последующих этапов определения достоверности переданного камерой события, определения координат и оповещения пользователей.

5. Точность определения координат дымов

Точность определения координат влияет на скорость обнаружения реального пожара в лесу, а значит и на сумму ущерба.

«Лесохранитель» в режиме онлайн просчитывает рельеф местности и уровень горизонта в направлении «взгляда» камеры. Делаются поправки «завала» оси вращения камеры. За счет этого достигается высокая точность определения координат пересечения оси «взгляда» камеры и поверхности земли, сравнимая с

классическим методом триангуляционного вычисления координат пересечения при видимости с нескольких камер. Да, это работает только в прямой видимости – не в случае, когда дым поднимается из-за естественных препятствий (горы, холмы, сопки и т.п.) – но даже с этой оговоркой наша система позволяет:

- «нивелировать» ограничения, накладываемые на проектируемую систему реальным миром (отсутствие достаточного количества высотных сооружений, пригодных для размещения камер и т.п.);

- ускорить пеленгацию дыма со второй камеры, поскольку достаточно точно указывает на координаты дыма.

6. Полнофункциональность (комплексность) и интегрируемость системы

В идеальном случае система видеомониторинга пожаров должна работать как прозрачно интегрированная часть единого аналитического комплекса, включающего географическую информационную систему, систему управления силами и средствами пожаротушения, систему ведомственной отчетности и статистики. Кроме повышения эффективности самого мониторинга, это позволяет уменьшить вероятность ошибок, повысить скорость выполнения задач и уменьшить затраты ресурсов всех типов - человеческих, временных, технических - по сравнению с работой в нескольких разных информационных системах или вообще без них.

При разработке таких систем нужно обязательно работать в кооперации с отраслевыми научными институтами, разрабатывающими стандарты и досконально знающими специфику лесного хозяйства.

«Лесохранитель» объединяет все виды мониторинга – от наземного до космического, состоит из 17 полнофункциональных подсистем, функционирующих на одной платформе:

«Лесохранитель» автоматически обнаруживает пожары, определяет координаты, и оповещает о пожаре, предоставляет систему учета и управления противопожарными силами и средствами (ГЛОНАСС, GPS) с выдачей и контролем заданий, систему отчетности (24 отчета, в том числе карточка пожара), 3D-моделирование распространения пожара, систему видеоконференцсвязи и обмена информацией, подсистему учёта объектов мероприятий и ресурсов противопожарного назначения, подсистему визуализации аналитической информации, регистрации и учёта обращений граждан и т.д..

«Лесохранитель» интегрирован с системами оповещения, 112, Безопасный город, а также с фотоловушками и беспилотными летательными аппаратами, выполняющими функции разведки лесопожарной обстановки, лесопатологических исследований и многие другие, имеет в своём составе мобильное приложение, предназначенное в т.ч. для авиапатрулирования и наземного патрулирования с учетом-контролем маршрутов. В систему подключены данные космического мониторинга.

Система легко масштабируется – от уровня муниципалитета (1-5 камер) до уровня всей России: осуществлена интеграция с Национальным центром управления в кризисных ситуациях МЧС России, идет разработка ситуационного центра по

пожарам Рослесхоза на базе платформы «Лесохранитель». «Лесохранитель» может работать в полностью закрытых контурах, где связь с внешним миром или запрещена, или отсутствует (удаленные территории, нефте- и газо-промыслы).

7. Организация работы диспетчерских служб

Опыт работы «Лесохранителя» в разных субъектах РФ показал положительный эффект от централизации мониторинга в региональных диспетчерских службах с параллельным доступом в систему к ограниченному количеству камер (по району ответственности) операторов из лесопожарных станций и лесничеств.

Централизация позволяет обучить способам эффективной работы с системой ограниченное количество высококвалифицированного персонала РДС, что повышает информационную отдачу системы и контролируемость ее функционирования.

Привлечение к мониторингу специалистов «с мест» позволяет быстрее среагировать на оповещение – не нужно ехать «вслепую» по координатам, указанным диспетчером, можно «осмотреться», наметить ориентиры. Тем более специалисты на местах «свою» местность знают.

Такой подход позволяет, например, снизить количество выездов на дымы, связанные со сжиганием порубочных остатков – лесничие с одного взгляда определяют, что происходит.

Существенно помогает диспетчерам в работе РДС видеостена - часть системы «Лесохранитель», наглядно отображающая оперативную обстановку на большом экране - укрупненные изображения с одной/нескольких камер при потенциально опасной ситуации с дублированием интерфейса диспетчера (карта, слои, координаты, силы и средства, и т.д.).

Каждый регион России уникален, но рассмотренные нами ключевые факторы одинаково существенно влияют на эффективность системы мониторинга на любой территории.

Минимальный перечень выгод для любого региона:

- Минимизация ущерба от пожаров/вырубок/лесопатологий за счёт раннего обнаружения;
- Обеспечение моментального оповещения всех задействуемых служб с указанием точных координат;
- Создание единого актуального информационно-аналитического ресурса, позволяющего принимать управленческие решения и эффективно взаимодействовать ведомствам, задействованным в мониторинге и ликвидации пожаров и управлении лесной отраслью региона в целом;
- Уменьшение расходов бюджета за счет более рационального использования и автоматизированного контроля сил и средств пожаротушения и всех видов патрулирования – снижение кратности патрулирования, перераспределение сил патрулирования, оптимизация маршрутов патрулирования и контроль исполнения;
- Увеличение площади и эффективности патрулирования – перераспределение ресурсов патрулирования на зоны, не охваченные видеомониторингом;

- Снижение затрат за счет исключения дублирования работ при создании и использовании данных (единая карточка пожара, задание на ликвидацию пожара, автоматическое формирование отчетности и т.д.);
- Наличие инструментов автоматизированного контроля исполнения государственных контрактов и заказов;
- Наличие объективной оценки эффективности реализации противопожарных мероприятий;
- Повышение результативности системы пожаротушения региона в целом;
- Обеспечение законных интересов граждан по предоставлению информации и возможности обращения граждан;
- Выявление взаимосвязей между различными параметрами благодаря постоянному накоплению достоверной информации.