

## ОБЗОРНЫЕ СТАТЬИ

УДК 614.84+630.43

### РАЗВИТИЕ СРЕДСТВ НАВИГАЦИИ И СИСТЕМ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ В ЛЕСНОМ ПОЖАРОТУШЕНИИ

А. В. Брюханов, Р. В. Котельников

*Центр лесной пирологии, развития технологий охраны лесных экосистем, защиты и воспроизводства лесов – филиал Всероссийского НИИ лесоводства и механизации лесного хозяйства  
660062, Красноярск, ул. Крупской, 42*

E-mail: flamespot@mail.ru, kotelnikovrv@firescience.ru

*Поступила в редакцию 17.06.2022 г.*

Представлен аналитический обзор систем спутниковой навигации с точки зрения пользовательских устройств и глобальной организации, а также приборов приема и обработки пространственной информации в контексте их использования при мониторинге и тушении пожаров в природной среде. Описаны перспективные российские и зарубежные разработки в области спутниковой навигации и передачи информации, которые позволяют существенно увеличить эффективность тушения пожаров и безопасность борьбы с огнем в природной среде. Определен наиболее оптимальный вариант управления силами и средствами пожаротушения, который предусматривает построение системы, комбинирующей возможности применения как радио-, так и спутниковых каналов связи. Данный подход позволит существенно повысить безопасность выполнения мониторинга и борьбы с природными пожарами, а также организовать современную надежную и независимую систему поддержки принятия решений, тем самым значительно улучшить качество и экономическую эффективность работ в лесном пожаротушении. Предлагаются необходимые изменения, целесообразные для преодоления имеющегося технологического отставания России от стран-лидеров в области информатизации борьбы с пожарами в природной среде.

**Ключевые слова:** *спутниковая навигация, трекер, лесные пожары, безопасность пожарных, маяки безопасности, системы поддержки принятия решений.*

DOI: 10.15372/SJFS20230613

#### ВВЕДЕНИЕ

Навигация на пожарах имеет крайне важное значение для организации оперативного и безопасного их тушения. Важность информации о местоположении сил и средств пожаротушения существенно повышается, если речь идет о борьбе с крупными пожарами в природной среде. На таких пожарах подразделениям приходится работать разрозненно на больших площадях, зачастую в условиях сложного рельефа и бездорожья. Взаимодействие между группами тушения в подобных случаях необходимо организовывать на расстоянии до нескольких десят-

ков километров, ориентируясь, как правило, на совершенно незнакомой местности.

Впервые для России приводится анализ уровня использования индивидуальных устройств точного позиционирования на местности в лесном пожаротушении, как для нашей страны, так и для крупнейших лесных держав. Сделана попытка оценки уровня интеграции в практику пожаротушения систем сбора, обработки, передачи и отображения навигационной информации и построения на их основе систем поддержки принятия решений (СППР).

Многие десятилетия карта (план) и компас были единственными средствами точного опре-

деления координат в пространстве не только при борьбе с огнем в природной среде, но и в целом в лесном хозяйстве. Впервые в середине XX в. у лесных пожарных стали появляться аэрофото- снимки, а еще позже – и космическими снимки местности (но обычно совсем не «реального времени»). Однако значительные изменения в качестве навигации произошли лишь с падением цен на GPS-приемники (от англ. Global Positioning System – первая система глобального позиционирования в мире) и со снятием большинства ограничений использования и условий регистрации этих устройств (в России в 2007 г.) (Постановление..., 2007; Приказ..., 2007).

Главной целью данного исследования стал анализ существующих систем спутникового мониторинга (как в России, так и за рубежом), а также спектра специальных приборов приемки и обработки информации, применяемых при борьбе с пожарами, возникающими в природной среде. Это необходимо для того, чтобы ознакомить отечественных практиков пожаротушения и разработчиков профильного оборудования с действующим положением дел в данной важной области, так как обеспечение огнеборцев подобными средствами напрямую влияет на безопасность и эффективность борьбы с огнем в природной среде. Задачами работы было показать современный модельный ряд устройств и программного обеспечения, а также рекомендовать наиболее перспективные подходы для улучшения практики отечественного лесного пожаротушения с точки зрения полезной информатизации.

Термин Global Navigation Satellite System – GNSS (Глобальная навигационная спутниковая система) стал широко применяться в мире, когда помимо GPS-навигации появились и другие глобальные спутниковые системы точного позиционирования в пространстве (российская ГЛОНАСС, европейская Галилео, китайская BeiDou). В настоящее время аббревиатуру GNSS используют для устройств, принимающих одновременно сигналы как минимум с двух любых глобальных систем навигации.

## **ИСТОРИЯ НАВИГАЦИИ И СВЯЗИ В ЛЕСНОМ ПОЖАРОТУШЕНИИ**

С самого начала организованной борьбы с пожарами в природной среде большинство профильных специалистов указывало на крайнюю важность оперативного понимания того, где находятся силы и средства пожаротушения отно-

сительно кромки пожара и друг друга. На этом в своих трудах акцентировали внимание классики отечественного лесного пожаротушения, работавшие в начале и середине XX в. и заложившие основы российской лесной пирологии (Мелехов, 1935; Серебrenиков, Матренинский, 1938; Анцышкин, 1951; Курбатский, 1962). В прошлом столетии местоположение в пространстве команды пожарных в незнакомых районах могли определять только по планам, картам, а позднее еще и аэро- и космическими снимкам. Для координации сил и средств между подразделениями изначально, на пожарах были лишь громкоговорители и посыльные. Настоящим качественным изменением стало использование радиосигнала для передачи оперативных данных. Первыми по применению голосовой радиосвязи «на кромке» стали США (экспериментально с 1931 г.), а в России подобные опыты начались с 1935 г. Ранее были попытки осуществления оперативного обмена информацией на лесных пожарах с помощью радиокодов (в том числе и азбуки Морзе). Несмотря на более дальнюю и надежную связь в радиокодах, практика показала, что более эффективны в полевых пожарных условиях именно «радиофоны» (radiophone) (Forrest, 1937) с возможностью двухстороннего общения в реальном времени (изначально симплексные, а затем дуплексные голосовые рации).

Спутниковую навигацию на местности специалисты лесного пожаротушения начали широко использовать в 90-е годы XX в. в Северной Америке. В 1994 г. Лесной службой США был впервые выпущен буклет «GPS Use in Wildland Fire Management», где подробно пояснялось как наиболее эффективно работать с абсолютно новой на тот период времени технологией (Mangan, 1994). Летчиками-наблюдателями для своих задач в России навигаторы начали применяться со второй половины 1990-х. Первое задокументированное экспериментальное использование GPS в лесном пожаротушении наземными силами в России относится к 1999–2000 гг., когда специалисты ВНИИПОМлесхоза начали применять средства спутниковой навигации для более быстрого выведения механизированных отрядов к месту тушения крупных пожаров в Красноярском крае (Главацкий и др., 2002).

С начала XXI в. лесные пожарные и огнеборцы, действующие в населенных пунктах и промышленных объектах, стали проводить опыты с первыми, еще достаточно объемными и тяжелыми GPS-маяками. Прототипы этих устройств (прикрепляемые на пояс) появились у пожарных,

работающих в условиях повышенного задымления на промышленных объектах. Интересной их особенностью было то, что помимо сигналов от GPS-спутников они могли дополнять информацию о местонахождении пожарного с помощью данных, получаемых с акселерометров и гироскопов, а для их передачи использовались вспомогательные Wi-Fi- и Bluetooth-каналы. Первый подобный портативный прибор для пожарных был выпущен в 2010 г. компанией TRX Systems и назывался Sentrix Tracking (O'Brien, Kellan, 2011).

В лесное пожаротушение данные технологии начали поступать несколько позже. Впервые на высоком уровне вопросы о точном и постоянном определении местоположения каждого лесного пожарного на кромке начали задавать в 2013 г., когда Лесная служба США только на одном крупном пожаре в штате Аризона (Yarnell Hill Fire) потеряла погибшими 19 специалистов команды тушения. Это – крупнейшая разовая потеря (по численности) лесных огнеборцев в Соединенных Штатах в XXI в. на отдельно взятом пожаре и третья за всю историю лесного пожаротушения в стране (1991 г., East Bay Hills Fire – 25 чел.; 1933 г. Griffith Park Fire – 29 чел., погибших). По результатам проведенных исследований, причиной практически полной гибели группы пожарных Granite Mountain Hotshots (19 из 20 чел.) стало внезапное ее окружение огнем. Установлено, что у команды имелись работающие средства связи и GPS-навигатор. Однако точного местоположения группы пожарных штаб тушения не знал и не смог заранее их предупредить о изменившемся фронте пожара, который отрезал им пути отхода в безопасный район. После проведенного профильными экспертами анализа данной трагедии Лесной службе США (USDA Forest Service) и Национальному управлению по авионавигации и исследованию космического пространства (NASA) было рекомендовано наладить более тесную кооперацию и активизировать свои действия в разработке специального прибора для точного определения мест базирования персонала и его своевременного информирования. Особое внимание в отчете акцентировалось на необходимости кардинального улучшения ситуации с передачей оперативных данных о погоде и направлениях движения огня с целью обеспечения большей безопасности работы лесных пожарных (Woodfill, 2014; Markland, 2016; Grace, 2023).

Эта работа показала важность наличия у каждого лесного пожарного небольшого и не-

дорогого спутникового маяка, а у руководителя тушения пожара (РТП) – еще и мобильного устройства поддержки принятия решений (как правило, компактного планшета с диагональю до 10 дюймов (около 25 см) с предустановленным специальным программным обеспечением).

## АНАЛИЗ СОВРЕМЕННОЙ СИТУАЦИИ И ЕЕ ОБСУЖДЕНИЕ

**Основные системы точного позиционирования в пространстве.** Массовое распространение сначала компактных компьютеров и планшетов, а затем и смартфонов, обладающих доступом не только к GSM-связи, но и возможностью обмена информацией по радио и спутниковым каналам, позволили говорить о появлении в практике лесного пожаротушения СППР. Своевременное применение компактных и недорогих устройств ориентирования на местности позволяет не только значительно повысить безопасность и производительность работ по пожаротушению, но и более широко использовать силы Федерального резерва ФБУ «Авиалеосохрана» (создан в 2011 г.). Имея карты и GPS-приемники, силы федерального резерва смогли эффективно действовать преимущественно в автономном режиме в незнакомых лесах без поддержки местных лесных пожарных или проводников (Краткая справка..., 2014).

Среди инструментов точного определения географических координат наиболее массовыми в мире уже более 30 лет остаются приборы GPS. Однако с каждым годом на рынке гражданской продукции все чаще появляются портативные устройства связи и навигации с встроенным совмещенным приемником, например ГЛОНАСС/GPS и другими. ГЛОНАСС – Глобальная навигационная спутниковая система, первоначальное строительство которой было завершено в 1983 г., Европейская система навигации GALILEO (European Union Satellite System) и китайская BeiDou (BeiDou Navigation Satellite System – BDS COMPASS) на российском рынке среди готовых решений пока представлены ограниченно, но у КНР и России в последние годы есть взаимный интерес к кооперации в данной сфере и вполне возможно, что в ближайшем будущем в продаже появятся недорогие устройства в формате трех систем – ГЛОНАСС/GPS/BeiDou. Уже сейчас существуют навигационные приборы, способные работать не только с тремя системами глобальной навигации, но и полностью со всеми четырьмя стандартами (ГЛОНАСС/GPS/

Galileo/BeiDou). Однако, в силу более высокой стоимости производства, их устанавливают пока преимущественно на крупном транспорте, действующем в разных точках планеты (прежде всего в авиации и морском судоходстве) или в самых высокоточных геодезических приборах.

Для региональных и федеральных лесопожарных служб также рекомендуется закупка приемников информации о точном позиционировании в пространстве, поддерживающих как можно больше стандартов. Учитывая значительную площадь России, для Европейской части идеальным было бы использование устройств, принимающих сигналы со спутников систем ГЛОНАСС/GPS/GALILEO, а для Сибири и Дальнего Востока Российской Федерации – с ГЛОНАСС/GPS/BeiDou. Это позволит увеличить точность, оперативность и надёжность получения данных о нахождении групп тушения на местности.

В начале 20-х годов XXI в. отечественные армейские системы навигации и помощи принятия решений базируются преимущественно на российской системе ГЛОНАСС, однако, в отличие от вопросов обороны и безопасности страны, мониторинг и ликвидация пожаров должны опираться на максимально возможное количество глобальных систем спутниковой навигации, что поможет значительно улучшить точность и качество получаемых лесными пожарными информации.

**Индивидуальные устройства-маяки для передачи геопропространственной информации.** Современные GNSS-маяки (трекеры, извещатели – слова синонимы) предназначены для определения координат на поверхности Земли, передачи данных на наземные станции управления, способны служить ретрансляторами связи между беспилотным воздушным судном (БВС) и мобильным устройством управления. Маяки оборудованы модулем связи Bluetooth, могут подключаться к планшетному компьютеру либо к телефону под управлением ОС Android или iOS (Брюханов, 2019).

Каждый маяк может быть идентифицирован по уникальному номеру, а его координаты отображаются при помощи специального программного обеспечения. РТП со своего устройства видит расположение всех маяков и может поставить задачи как для всех одновременно, так и для каждого бойца на кромке в отдельности. Кроме того, очень важно установить данные GNSS-маяки на все транспортные и лесопожарные единицы техники, привлекаемые к туше-

нию. Это позволит РТП не только контролировать оперативные сведения, но и в дальнейшем упростить подготовку отчетной документации, так как пробег тракторов и машин будет рассчитываться автоматически.

Применение данных устройств на основе GNSS-навигации с соответствующим обменом информацией по радио и спутниковым каналам связи позволит не только существенно повысить безопасность проведения мониторинга и борьбы с лесными пожарами, но и организовать качественную СППР, и, как следствие, увеличить эффективность работ, а также снизить необоснованные затраты.

За рубежом эти технологические компетенции достаточно активно развиваются. Например, в США и Канаде уже есть подобные системы, успешно действующие на практике, которые помогают группам тушения избежать окружения пожарами или попасть под сбросы с воздуха огнегасящих веществ (вода и ее растворы) авиатанкерной техникой.

Современные электронные маяки имеют высокоскоростные модемы для передачи местоположения (сообщают данные на базовую станцию на расстояние до 10 км), мощные аккумуляторы (до 15 ч в активном режиме на одном заряде), и все это заключено в влаго- и ударозащищенный корпус с компактными размерами (умещаются в нагрудный карман) (Стрелец..., 2017). В Российской Федерации такое оборудование достаточно широко распространено в армии и уже начало поступать в гражданские сферы использования, однако в лесном секторе среди специалистов, работающих в полевых условиях, приборы подобного класса встречаются пока крайне редко (рис. 1).

Все армейские устройства оснащены закрытым радиообменом (для лесопожарных целей он не нужен) и ГЛОНАСС-приемниками позиционирования, что позволяет информировать бойцов о текущей и прогнозируемой окружающей ситуации, а также вести более четкое планирование и координацию действий.

Помимо самих устройств отображения информации, по-прежнему большой проблемой остается сбор и оперативная передача объективных сведений. Современные зарубежные СППР (например, WindNinja), дают возможность моделировать перемещения воздушных потоков в приземном слое воздуха на высоте до 100 м. Данная система (WindWizard..., 2023), созданная Missoula Fire Sciences Lab. (США, штат Монтана), имеет программное обеспече-





**Рис. 1.** Элементы российской армейской защищенной системы поддержки принятия решений (масштаб не соблюден).

*а* – командирский планшет; *б* – индивидуальный приемник бойца НПИ2; *в* – браслет «Стрелец-Часовой»; *г* – «умные» часы с дисплеем «Стрелец-Командир» в армейском (сверху) и гражданском (снизу) вариантах.

ние не только для портативных компьютеров, но и смартфонов (как на iOS, так и на Android). WindNinja способно обчислять как ветровые потоки, так и скорость, и перемещения фронта пожара на подробных цифровых картах рельефа площадью до  $50 \times 50$  км, с разрешением каждого пикселя около  $100 \times 100$  м (WindNinja..., 2023).

Помимо стандартных навигационных программ, требующих постоянного обновления ситуации с метеоданными и местонахождения, достаточно недорогим и востребованным стало внедрение «off-line навигации», когда отметки координат определяются через заранее выставленный период времени. Это помогает обходиться без мобильного и интернет-трафика и постоянной работы навигационного приемного устройства (смартфона или планшета), а также экономит заряд батарей у устройств, сокращает затраты на обслуживание системы и дает возможность во многом отказаться от бумажных карт и планшетов. Кроме того, особенно при плохом освещении навигация с помощью карты на экране обычно значительно удобнее, чем на бумажном носителе. Наибольшее распространение в лесных службах США и Канады получили карты Avenza PDF Maps, использование которых в практике тушения началось с 2012 г. (United States..., 2012; Wildland Fire's..., 2022). Они стали популярны не только потому, что компактны и удобны в переноске, но и прежде всего за имеющийся набор специальных инструментариев для создания схемы отметок, с помощью которых можно было добавлять дополнительные слои для работы, сохранять эти карты и, при необходимости, пересылать их или распечатывать (Wildland Fire's..., 2022). Ранее пожарные, выдвигаясь на пожар, брали с собой набор карт (размером  $0.3 \times 0.4$  м и более), что было не совсем удобным, так как, например, у летчиков-

наблюдателей их количество измерялось десятками и они занимали объемный портфель.

На 2023 г. для территории России доступны несколько достаточно качественных мобильных приложений с офлайн-картами местности (Яндекс Карты, 2GIS, MAPS.ME, Google Maps и др.). Однако в большинстве случаев они предназначены для эффективной навигации внутри и между населенными пунктами и содержат крайне скудную информацию об условиях и характеристиках лесных насаждений и объектах природной среды. Кроме того, в отличие от Avenza PDF Maps, в них достаточно ограниченный функционал для нанесения отметок и выполнения необходимых расчетов. При отсутствии подобного отечественного продукта в качестве полумеры возможно применение профильных приложений на мобильных устройствах, где в наличии данные для территории о рельефе (обычно с шагом изолиний в 20 м), либо могут приобретаться дополненные лесохозяйственной информацией GPS-навигаторы, содержащие слой квартальной, а в некоторых случаях – и сети выделов.

Благодаря развитию и доступности средств автомобильной навигации, появилось большое количество цифровых карт городов. Топографические карты сельской местности, как правило, данной детальной информацией не обладают и уже имеют масштаб от  $1 : 100\,000$  (100 м местности в 1 см на изображении). План лесонасаждений составляется в соответствии еще в более мелком разрешении: при 1–2 разрядах лесоустройства –  $1 : 25\,000$ , 3 разряда –  $1 : 50\,000$  (Приказ..., 2018). Однако обычно и этих масштабов вполне достаточно для организации работ по тушению, так как они содержат все необходимые сведения о барьерах на пути продвижения огня (дороги, гидросеть, редины и т. д.),



Необходимость доступа в Интернет при борьбе с крупными пожарами возникает, когда нужно обеспечить слаженное взаимодействие между значительными силами и средствами пожаротушения и получить точные метеопрогнозы. Глобальная сеть позволяет существенно улучшить ситуацию с информированием, прежде всего за счет получения крупномасштабных космических снимков (в том числе и с теплоэнергетическими показателями), а также понимания окружающей обстановки вокруг пожаров. В технологически развитых странах (США, Канада, Австралия и некоторые государства Евросоюза), где ведется серьезная борьба с огнем в природной среде, вся новая лесопожарная техника сейчас, как правило, изначально оснащается GNSS-маяками, а некоторые машины – и доступом к спутниковому Интернету.

В России вопрос с использованием блоков GNSS-слежения обстоит двояко. С одной стороны, идет активное продвижение российской системы спутниковой навигации, с другой – соответствующее финансирование на это не выделяется. Частично это приводит к формальным решениям, которые на практике не всегда эффективны. Системой экстренного реагирования при авариях «ЭРА-ГЛОНАСС» с 1 января 2017 г. комплектовались все новые продаваемые в Российской Федерации автомобили. С 2016 г. такое требование распространялось на транспорт, предназначенный для коммерческой перевозки пассажиров, опасных грузов, твердых бытовых отходов. Федеральная целевая программа «Поддержание, развитие и использование системы ГЛОНАСС на 2012–2020 годы» (2012) (Концепция..., 2013), которая предусматривала к 2020 г. оснащение всех автомобилей МЧС России системами спутникового позиционирования в пространстве, была реализована не полностью. С 1 сентября 2021 г. вступили в силу «Правила оснащения аппаратурой спутниковой навигации автобусов, имеющих помимо места водителя более восьми мест для сидения» (Постановление..., 2020), что требует постепенного оснащения средствами контроля большей части автотранспорта для наземной доставки пожарных.

Новая ФЦП по развитию навигационной системы ГЛОНАСС на период 2021–2030 г. направлена в первую очередь на то, чтобы максимально перейти на российскую компонентную базу, как при создании спутников, так и для приемных устройств. Также в качестве задач ставится улучшение точности и надежности работы системы позиционирования, прежде всего за

ликвидации бесшовности, учета аномалий гравитационных и магнитных полей Земли и новых технологических решений.

К сожалению, в целом для гражданских пользователей системы ГЛОНАСС с 2012 по 2023 г. точность осталась на уровне 10-летней давности: в среднем для России она поднялась крайне незначительно с 9.6 м в 2012 г. до 9.5 м в 2022 г. (при работе без помех в условиях равнины). Это значительно хуже, чем у системы GPS и GALILEO, обеспечивающей для нашей страны среднюю точность в 3.5 м. В приоритетных целях российской системы спутниковой навигации – выйти на эти показатели, даже в самых сложных условиях. Для специальных потребителей этот показатель планировалось повысить с 2.8 до 0.6 м к 2020 г., однако в связи с целым рядом сложностей эта цель сдвигается ещё на несколько лет. Тем не менее это направление хоть и медленно, но все-таки развивается (на 2023 г. только к системе «Мониторинг ЭРА» подключено более 140 тыс., а к системе «ЭРА-ГЛОНАСС» более 9 млн транспортных средств, или более 20 % всего автопарка России). Планируется, что на основе технологий ГЛОНАСС в ближайшие годы будет не только значительно повышена точность навигации, но и во всех регионах страны удастся запустить отображение информации о движении общественного транспорта в приложениях «Яндекс Карты» и 2ГИС (Российский спутник..., 2019; Балашова, Кореняко, 2023; Королев, Красников, 2023).

Во второй половине 2023 г. ожидается начало запусков спутников нового поколения «ГЛОНАСС-К2» (которое неоднократно переносилось с 2018 г.), с увеличенным сроком службы (с 7 до 10 лет), более точным позиционированием и с сигналом, способным преодолевать помехи (В 2023 году..., 2023). Руководством Роскосмоса приоритетной задачей к 2030 г. озвучено повышение определения координат с точностью до метра в абсолютном режиме, без привлечения функциональных дополнений (только с помощью спутников, без использования наземных станций). Несмотря на то что, по заявлениям разработчиков космических аппаратов, «ГЛОНАСС-К2» способны обеспечить точность навигации менее 0.3 м (Российский спутник..., 2019; Карасев, 2020; Точность..., 2021), следует понимать, что это – расчетные параметры для идеальных условий приема сигнала, в лесах и горах они будут скорее всего в среднем в 3–4 раза менее точными, даже при организа-



ции необходимой спутниковой группировки на орбите.

С учетом современной сложной геополитической обстановки в мире, наличие собственных российской систем навигации и коммуникации является крайне важным фактором. Работа зарубежных систем связи и точного позиционирования в пространстве может быть замедлена, ухудшена качественно или же вообще отключена, поэтому для успешной работы специалистов пожаротушения на удаленных территориях необходимо постоянное совершенствование не только отечественной системы навигации, но и развитие независимой системы спутниковой связи для гражданских организаций.

**Использование ГЛОНАСС лесопожарными формированиями России.** О своем желании обеспечить блоками GNSS-слежения всю самоходную технику руководство Рослесхоза заявило впервые в 2016 г. (Рослесхоз..., 2016). Однако на федеральном уровне речь об обеспечении подобным оборудованием в пока идет только о новой лесопожарной технике. Дооснащение уже имеющегося парка машин и механизмов могут себе позволить лишь некоторые профицитные субъекты Российской Федерации, в то время как у дотационных регионов на модернизацию автопарка пока что нет финансовых средств. Первым российским субъектом, который уже практически полностью укомплектовал все лесопожарные машины и трактора ГЛОНАСС/GPS-маяками стала Московская область, где только в 2018 г. данным оборудованием было обеспечено более 300 машин (Более 300..., 2019).

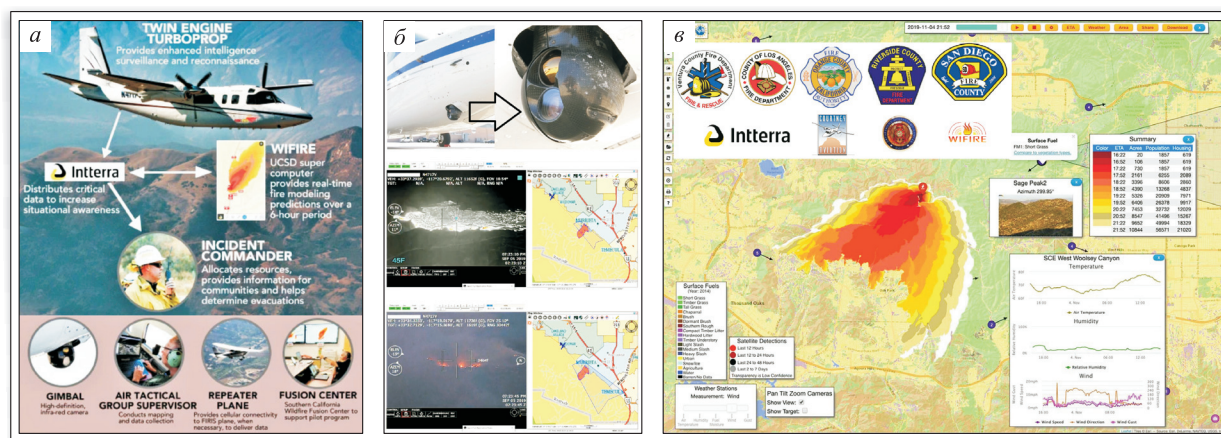
Согласно пункту 85 «Правил тушения лесных пожаров», утвержденных Приказом Минприроды России от 08.07.2014 № 313 (2014), предусмотрено, что в целях обеспечения безопасности осуществления работ по тушению лесного пожара пожарная техника и оборудование оснащаются аппаратурой спутниковой навигации ГЛОНАСС или ГЛОНАСС/GPS. Следует отметить, что в Правилах тушения отсутствуют указания о типе аппаратуры. Установки только аварийной системы «ЭРА-ГЛОНАСС» на лесопожарные машины и трактора явно недостаточно. Требуется более комплексная организация системы оценки контроля ситуации и помощи (поддержки) принятия решений, основанная на профессиональных GNSS-трекерах. К сожалению, сейчас достаточно часто происходит подмена данных понятий из-за отсутствия отечественной унифицированной терминологии. Зачастую фраза «оснащение аппаратурой спутниковой навига-

ции», может означать и упрощенную аварийную систему, основанную на GNSS-трекерах, и более детальный программно-аппаратный комплекс, обеспечивающий полноценное взаимодействие единиц техники и персонала, со сбором и обработкой всей поступающей информации. Оба варианта систем будут существенно различаться как по своему функционалу, так и стоимости реализации и обслуживания.

Наличие только лишь одной системы «ЭРА-ГЛОНАСС» не позволит выстроить всю архитектуру управления техникой на пожарах, где требуется более детальная оценка перемещения машин и механизмов, однако она будет весьма полезной дублирующей системой экстренного реагирования для повышения безопасности выполняемых работ. Указанные требования в текущих экономических условиях невыполнимы, а с учетом слишком широкого понятия «пожарное оборудование» – и явно избыточные. Видится вполне разумным изложить указанный пункт в следующей редакции: «все вновь вводимые в эксплуатацию пожарные транспортные средства оснащаются аппаратурой связи и спутниковой навигации, позволяющей диспетчерским службам отслеживать местонахождение указанных средств в реальном времени». Также целесообразно обеспечить лесных пожарных и иных лиц, осуществляющих непосредственное тушение лесных пожаров, индивидуальными пожарно-спасательными маяками, хотя говорить о законодательном закреплении такого требования пока преждевременно. При действующей материально-технической базе лесопожарных подразделений в нашей стране любое введение численных нормативов при оснащении подобными устройствами может носить только лишь рекомендательный характер.

В сентябре 2019 г. штат Калифорния в США стал первой территорией, где была запущена крупномасштабная пилотная программа интегрированной системы разведки огня в реальном времени (Fire Integrated Real-Time Intelligence System – FIRIS), рассчитанная на 150 дней и со стоимостью в 4.5 млн долл. США. До этого в разных странах были только небольшие практические работы по подобной тематике (Orange County..., 2019; FIRIS, 2023). Время проведения эксперимента было выбрано не случайно, так как именно в осенне-зимние месяцы в этом штате наступает наиболее засушливый период времени, сопровождающийся сильными ветрами (Santa Ana winds – ветра Санта-Ана с порывами до 15–20 м/с).





**Рис. 3.** Система FIRIS для разведки и моделирования пожара в реальном масштабе времени.

*a* – общая схема организации системы; *б* (сверху) – комбинированная бортовая телевизионно-оптическая камера, расположенная на самолёте; *б* (в середине) – отображение пожара в тепловом канале; *б* (снизу) – отображение пожара в оптическом канале; *в* – отображение модели развития пожара после обработки данных на суперкомпьютере в программе WIFIRE.

Для сбора сведений о пожарах использовались как спутниковые снимки, так и данные, получаемые с пилотируемых самолетов и беспилотных аппаратов (рис. 3).

Ценным нововведением системы является то, что оперативная информация с нее стала поступать не только напрямую на планшеты и смартфоны пожарных, борющихся с огнем как на земле, так и с воздуха, но и в том, что на этих же портативных устройствах она могла дополнительно отображаться и после моделирования на мощных компьютерах. Для этих целей был задействован суперкомпьютер Калифорнийского университета с самыми современными алгоритмами расчетов изменения погоды и пожаров. На основе программы WIFIRE, способной с высокой точностью прогнозировать развитие каждого пожара до 6 ч вперед и при постоянном потоке данных о погодных условиях модель может обновляться каждые 15 мин (Gabbert, 2019; The WIFIRE..., 2023). Помимо прогнозной информации о контуре каждого пожара, система в автоматическом режиме подсказывает, какое количество строений окажется на пройденной огнем территории. Все это позволяет не только лучше вести борьбу с огнем, но и заблаговременно оповещать население об угрозе в зоне пожаров, заранее организуя (при необходимости) для них безопасную эвакуацию.

Первый опыт использования этой системы в 2019 г. показали ее достаточно высокую эффективность и преимущества для оперативного и качественного принятия решений. Так, по данным официальной статистики, в Калифорнии в 2018 г. было пройдено пожарами более

750 тыс. га и зафиксировано 103 чел. погибших. Для 2017 г. аналогичные цифры составили 560 тыс. га и 47 чел. В 2019, 2020, 2021, 2022 г. при схожих погодных условиях количество погибших от огня и задымления составило 5, 33, 3 и 9 чел. соответственно (CALL FIRE, 2023).

Однако следует понимать, что переход на новый технологический уровень повышения безопасности при тушении лесных пожаров с помощью современных разработок в области навигации требует достаточно больших разовых финансовых вложений. Это не только приобретение специального оборудования, но и закупка (а иногда и разработка) профильного программного обеспечения, и обязательное обучение сотрудников. Например, в 2014 г. в США в штате Флорида покупка и установка 400 комплектов GPS-приемников и радиопередатчиков для пожарных машин и бульдозеров, а также приобретение планшетов и компьютеров (с предустановленными профильными программами) для 60 РТП обошлись в сумму около 2 млн долл. (Gabbert, 2014). Для эффективного функционирования таких систем необходимо ежегодное финансирование на повышение квалификации персонала, а также на техническую поддержку, модернизацию приборов и программного обеспечения. Кроме того, очень важна широкая административная поддержка подобных работ со стороны органов власти, государственных и частных корпораций.

В настоящее время есть и альтернативные попытки по идентификации месторасположения как работающих групп, так и отдельно каждого человека, например – при использова-

нии геолокации через системы персональной подвижной спутниковой связи (зарубежные Thuraya, Globalstar, Inmarsat, Iridium и российский «Гонец»). В России это предполагается осуществлять в рамках второго этапа системы технических средств для обеспечения функций оперативно-розыскных мероприятий (в том числе и на системах мобильной и спутниковой связи). Согласно федеральному закону «О связи» (2003) и Приказу Министерства информационных технологий и связи РФ от 16.01.2008 № 6 (2008), устройства спутниковой связи, подобно сотовым телефонам, должны будут иметь IMEI-номера и не реже, чем раз в час, передавать свои координаты IMEI (англ. International Mobile Equipment Identity – международный идентификатор мобильного оборудования) – это номер (состоит из 15 цифр в десятичном представлении), обычно уникальный, для идентификации телефонов, работающих в системах GSM, WCDMA и IDEN, а также в некоторых системах спутниковой связи.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Несмотря на то что аппараты спутниковой связи уже достаточно распространены в структурах МЧС России, ФБУ «Авиалесоохрана», региональных лесопожарных центров и даже у пожарных добровольцев, использование их в рамках организационно-технических мероприятий пока все еще проблематично. Это обусловлено как организационно, так и технологически. Организационная сложность заключается в том, что доступ к данной информации имеется только у силовых министерств, технологически – тем, что до сих пор не все производители спутниковых телефонов устанавливают модули GPS и иной навигации в каждую модель устройства. Например, ее нет во всех аппаратах Iridium (Гаврилюк, 2021), так как у них вся геолокация построена на собственной системе спутников связи. Кроме того, спутниковые телефоны до сих пор достаточно дороги (один аппарат стоит многие десятки тысяч, а иногда и более сотни тысяч рублей). Ежемесячная абонентская плата измеряется тысячами рублей. Это привело к тому, что сейчас обычно на группу пожаротушения в наличии имеется только лишь один аппарат (в лучшем случае). Передача месторасположения со спутниковых приемников каждый час предполагает, что спутниковые телефоны должны быть практически всегда включены. В таежных условиях, где зарядка аккумуляторов не всегда

оперативна или вообще возможна, это всегда создает определенные сложности.

В свете международных событий 2022–2023 г. Российской Федерации необходимо не только более интенсивно совершенствовать отечественную космическую навигацию, но и думать о широком внедрении в практику недорогой российской системы спутниковой связи для гражданского сектора. Весной 2022 г., в связи со значительным колебанием курса мировых валют, спутниковая связь значительно подорожала, а некоторые операторы и производители телекоммуникационного оборудования ушли с российского рынка (Какие технологические компании..., 2022; США..., 2022).

С нашей точки зрения ее целесообразней всего продолжать развивать на базе действующих лидеров в области предоставления услуг спутниковой связи государственным предприятиям: АО «Российская телекоммуникационная компания» (АО «РТКОММ» – магистральном операторе связи, аффилированный с национальным оператором «Ростелеком»), а также ФГУП «Космическая связь» и АО «Газпром космические системы». Для предоставления услуг фиксированной спутниковой связи РТКОММ использует емкости на зарубежных спутниках семейств JCSAT и Intelsat (несмотря на официальный уход ряда западных партнеров). Также большой интерес предоставляет развитие действующих отечественных группировок спутников «Экспресс» и «Ямал» и особенно перспективных аппаратов «Гонец-М», «Скиф» и «Марафон IoT» (Сидоркова, Кинякина, 2022). Эти и другие разработки вошли в Федеральный проект «Комплексное развитие космических информационных технологий» («Сфера»). К сожалению, как и со спутниками для наблюдения за поверхностью Земли, во многом действующие и перспективные отечественные космические аппараты связи и геолокации пока еще значительно зависят от зарубежной компонентной базы, однако государство предпринимает значительные усилия (в том числе и наращивание финансирования) для того, чтобы в максимально короткие сроки эту зависимость сократить. Связь и навигация – это во многом взаимосвязанные сферы и России нужно решать поставленные задачи максимально комплексно и оперативно.

Необходимо планомерно вести переоснащение лесопожарных подразделений всем необходимым с учетом произошедших глобальных изменений в средствах связи и навигации, чтобы сократить существующее технологическое отста-

вание России от стран – лидеров в области информатизации борьбы с пожарами в природной среде (США, Канады, Австралии и др.):

1) спектром современных устройств (от самых простых GNSS-маяков до компактных планшетов и беспилотных летательных аппаратов), позволяющих иметь объективное понимание как о параметрах пожара, так и о местоположении лесных пожарных и техники;

2) эффективно использовать потенциал российских двойных технологий в интересах экономического развития страны и ее безопасности;

3) с учетом международных интеграционных проектов в области космических навигационных систем для региональных и федеральных лесопожарных служб рекомендуется закупка аппаратуры GNSS, поддерживающей как можно больше стандартов спутниковой навигации;

4) в целях повышения безопасности мероприятий по тушению пожаров в природной среде необходимо наладить скорейшее производство индивидуальных GNSS-извещателей лесных пожарных, основанных прежде всего на отечественных разработках для огнеборцев в населенных пунктах, а также армейских приборах навигации, оповещения и СППР;

5) на основе приборов GNSS-навигации (с соответствующим обменом информации по радио и спутниковым каналам связи), а также устройств записи, обработки и отображения информации требуется создание отечественной системы информационной поддержки принятия управленческих решений для лесных пожарных, подготовленной по опыту лучших зарубежных аналогов и с максимальным учетом региональной специфики (природные условия, приборная база, доступные частоты и т. д.);

6) обеспечить качественную систему подготовки профильных специалистов полноценному пользованию средствами навигации, а также передаче и хранению геопространственной информации (внести необходимые изменения и дополнения в образовательные программы высшего, средне-специального и дополнительного образования);

7) форсировать работы по созданию российской системы спутниковой связи и доступа в интернет для гражданского сектора.

Успешная реализация данных пунктов позволит организовать эффективную систему поддержки принятия управленческих решений в области охраны лесов от пожаров и, как следствие, повысить эффективность и безопасность борьбы с огнем в российских лесах. GNSS-навигация в

настоящее время является наиболее дешевым и качественным вариантом оценки месторасположения сил и средств пожаротушения в пространстве, а обеспечение надежной спутниковой связи является неотъемлемым фактором для оперативной передачи важной информации и координации сил и средств в пространстве.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Анцышкин С. П.* Противопожарная охрана леса. М.: Гослесбуиздат, 1951. 185 с.
- Балашова А., Коренько А.* Не только SOS: как ГЛОНАСС уйдет от формата «компании монопродукта» // РБК. Технологии и медиа. 2023. 14.04.2023. [https://www.rbc.ru/interview/technology\\_and\\_media/14/04/2023/6437c1989a794765b627197f](https://www.rbc.ru/interview/technology_and_media/14/04/2023/6437c1989a794765b627197f)
- Более 300 лесопожарных машин оснастили системой ГЛОНАСС в Подмосковье в 2018 г.* // Инф. агентство «Московский день». 2019. 19.02.2019. <http://mosday.ru/news/item.php?1791802&view=ful>
- Брюханов А. В.* Современные разработки в области спутниковой навигации и практика их применения при борьбе с пожарами в природной среде // Сб. ст. по материалам Всерос. науч.-практ. конф. «Актуальные проблемы обеспечения пожарной безопасности и защиты от чрезвычайных ситуаций», Железногорск, 26 апреля 2019 г. Железногорск: Сиб. пожар.-спас. акад. гос. противопожарной службы Мин-ва РФ по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации стихийных бедствий, 2019. С. 34–40.
- В 2023 году Россия запустит три спутника ГЛОНАСС нового поколения* // РИА-Новости. 2023. 14.01.2023. <https://ria.ru/20230114/glonass-1844786128.html>
- Главацкий Г. Д., Груманс В. М., Королев Г. М.* Тушение крупных лесных пожаров с использованием средств навигации системы глобального позиционирования // Лесн. вестн. 2002. № 2. С. 45–53.
- Гаврилюк А.* Арктика теряет связь с космосом // Коммерсантъ. 2021. № 127. 22.07.2021. С. 7.
- Какие технологические компании прекратили или ограничили работу в России. Полный список* // Интернет-издание COMSS.ONE, 2022. 08.03.2022. <https://www.comss.ru/page.php?id=10249>
- Карасёв С.* ГЛОНАСС не достигла планируемой точности, но это не критично // Новости 3DNews. 2020. 13.11.2020. <https://3dnews.ru/1025342/glonass-ne-dostigla-planirovemoy-tochnosti-no-eto-ne-kritichno?from=related-grid&from-source=1030556>
- Концепция развития системы связи и информационно-телекоммуникационных технологий МЧС России на период до 2015 года.* М.: Мин-во Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий, 2013. 64 с.
- Королев Н., Красников В.* Заправлены в системы космические траты // Коммерсантъ. 2023. № 37. 03.03.2023. С. 1.
- Краткая справка ФБУ «Центральная база авиационной охраны лесов «Авиалесоохрана»: профессионализм, оперативность, эффективный результат.* Пушкино, 2014. <https://aviales.ru/default.aspx?textpage=176>



- Курбатский Н. П. Техника и тактика тушения лесных пожаров. М.: Гослесбумиздат, 1962. 154 с.
- Мелехов И. С. Лесные пожары и борьба с ними. 3-е изд., доп. Архангельск: Сев. краевое изд-во, 1935. 184 с.
- Постановление Правительства Российской Федерации от 28.05.2007 № 326 «О порядке получения, использования и предоставления геопространственной информации». М.: Правительство РФ, 2007.
- Постановление Правительства Российской Федерации от 22.12.2020 № 2216 «Об утверждении Правил оснащения транспортных средств категорий М2, М3 и транспортных средств категории N, используемых для перевозки опасных грузов, аппаратурой спутниковой навигации». М.: Правительство РФ, 2020.
- Приказ Министерства информационных технологий и связи Российской Федерации от 16.01.2008 № 6 «Об утверждении требований к сетям электросвязи для проведения оперативно-розыскных мероприятий. Ч. I. Общие требования». М.: Мин-во информ. технол. и связи РФ, 2008.
- Приказ Министерства природных ресурсов и экологии РФ от 08.07.2014 № 313 «Об утверждении Правил тушения лесных пожаров». М.: Минприроды РФ, 2014.
- Приказ Министерства природных ресурсов и экологии РФ от 29.03.2018 № 122 «Об утверждении Лесоохранительной инструкции». М.: Минприроды РФ, 2018.
- Приказ Федерального агентства по промышленности от 17.07.2007 № 302 «О получении, использовании и предоставлении геопространственной информации». М.: Фед. агент-во по пром-сти, 2007.
- Рослесхоз: Вся технику для тушения лесных пожаров оборудуют системой ГЛОНАСС // Агентство городских новостей «Москва». 2016. 19.12.2016. <https://www.mskagency.ru/materials/2619487>
- Российский спутник «Глонасс-K2» не будет уступать по возможностям GPS III // Вестн. ГЛОНАСС. 2019. 11.01.2019. <http://vestnik-glonass.ru/news/tech/rossiyskiy-sputnik-glonassk2-ne-budet-ustupat-po-vozmozhnostyam-gps-iii/>
- Серебряников П. П., Матренинский В. В. Лесные пожары и борьба с ними. М.: Гослестехиздат, 1937. 184 с.
- Сидоркова И., Кинякина Е. Правительство увеличило финансирование проекта «Сфера» и сократило расходы на «ГЛОНАСС» // Ведомости. 2022. 29.09.2022. <https://www.vedomosti.ru/technology/articles/2022/09/29/943022-pravitelstvo-uvelichilo-finansirovanie-proekta-sfera>
- Стрелец-Часовой // Эл. журн. [tadviser.ru](http://www.tadviser.ru), 2017. <http://www.tadviser.ru/index.php/Продукт:Стрелец-Часовой>
- США отключили в России мобильную спутниковую связь Globalstar // Интернет-издание IXBT, 11.03.2022. <https://www.ixbt.com/news/2022/03/11/ssha-otkluchili-v-rossii-mobilnuju-sputnikovuju-svjaz-globalstar.html>
- Точность системы ГЛОНАСС планируется улучшить до 10 см после 2030 года // Вестн. ГЛОНАСС. 2021. 08.06.2021. <http://vestnik-glonass.ru/news/tech/tochnost-sistemy-glonass-planiruetsya-uluchshit-do-10-sm-posle-2030-goda/>
- Федеральная целевая программа «Поддержание, развитие и использование системы ГЛОНАСС на 2012–2020 годы». Утв. Пост. Правительства РФ от 03.03.2012 № 189. М.: Правительство РФ, 2012. 4 с.
- Федеральный закон «О связи» от 07.07.2003 № 126-ФЗ (последняя редакция). [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_43224/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_43224/)
- CALL FIRE 2023. The Department of Forestry and Fire Protection serves and safeguards the people and protects the property and resources of California, 2023. <https://www.fire.ca.gov/>
- FIRIS-Fire Integrated Real-Time Intelligence System, 2023. <https://intterra.helpdocs.com/client-specific/firis2>
- Forrest W. J. Thesis on Radio in the Forest Service. Oregon: St. College School For., 1937. 36 p.
- Gabbert Bill M. W. Florida Forest Service tracks the location of firefighters // Wildfire today. 2014. 15.01.2014. <https://wildfiretoday.com/2014/01/15/florida-forest-service-tracks-the-location-of-firefighters/>
- Gabbert Bill M. W. New real time mapping system used on Cave Fire // Wildfire today. 2019. 27.11.2019. <https://wildfiretoday.com/2019/11/27/new-real-time-mapping-system-used-on-cave-fire/>
- Grace Firefighter Safety Product line. 2023. <https://www.gracefirefighter.com>
- Mangan D. GPS Use in Wildland Fire Management // Fire Tech Tips. USDA For. Serv., Technol. & Develop. Program. Missula, 1994. 6 p.
- Markland D. High speed in-vehicle networks for fire apparatus // Int. Fire Fighter Magazine 14.09.2016. <https://iffmag.mdmpublishing.com/high-speed-in-vehicle-networks-for-fire-apparatus/>
- O'Brien M., Kellan A. New sensor system tracks firefighters where GPS fails. Nat. Sci. Found., 2011. <https://phys.org/news/2011-12-sensor-tracks-firefighters-gps.html>
- Orange County begins trial of real time mapping technology // Fireaviation.com News. 2019. 24.09.2019. <https://fireaviation.com/2019/09/24/orange-county-begins-trial-of-real-time-mapping-technology/>
- The WIFIRE Lab develops integrated systems for natural hazards monitoring, simulation, and response. 2023. <https://wifire.ucsd.edu/about>
- United States Forest Service Uses Avenza Maps App to Reduce Critical Time Delays and Decrease Response Time During Natural Disasters, 2012. <https://www.avenzamaps.com/commercial-usage/us-forest-service.html>
- Wildland fire's air tactical team utilizes Avenza maps to reduce critical time delays and improve response time, 2022. <https://www.avenzamaps.com/commercial-usage/arizona-state-forestry.html>
- WindNinja Product, 2023. <https://www.firelab.org/project/windninja>
- WindWizard Product, 2023. <https://www.firelab.org/project/windwizard>
- Woodfill D. S. GPS tracking remains only an idea, but prototypes in works // News. 2014. 24.06.2014. <https://www.azcentral.com/story/news/arizona/2014/06/24/yarnell-hill-fire-gps-tracking/11339637/>

## **DEVELOPMENT OF NAVIGATION AIDS AND DECISION SUPPORT SYSTEMS IN FOREST FIREFIGHTING**

**A. V. Bryukhanov, R. V. Kotelnikov**

*The Center of Forest Pyrology, Development of Forest Ecosystem Conservation, Forest Protection and Regeneration Technologies – Branch of the All-Russian Research Institute of Silviculture and Mechanization of Forestry  
Krupskaya str., 42, Krasnoyarsk, 660062 Russian Federation*

---

E-mail: flamespot@mail.ru, kotelnikovrv@firescience.ru

*Received 17.06.2022*

An analytical review of satellite navigation systems, devices for receiving and processing spatial information, in the context of their use in monitoring and extinguishing fires in the natural environment, is presented. Satellite navigation systems are considered both in terms of user devices and their global organization. Promising Russian and foreign developments in the field of satellite navigation and information transmission are discussed, which can significantly increase the efficiency of fire extinguishing and the safety of fighting fire in the natural environment. The most optimal option for controlling the forces and means of fire extinguishing has been determined, which provides for the construction of a system that combines the possibilities of using both radio and satellite communication channels. This approach will significantly improve the safety of monitoring and fighting wildfires, as well as organizing a modern reliable and independent decision support system, thereby significantly improving the quality and economic efficiency of forest fire fighting. The necessary changes are proposed that are appropriate to overcome the existing technological gap between Russia and the leading countries in the field of informatization of fighting fires in the natural environment.

**Keywords:** *satellite navigation, tracker, forest fires, firefighter safety, safety bacon, decision support system.*

**How to cite:** *Bryukhanov A. V., Kotelnikov R. V. Development of navigation aids and decision support systems in forest firefighting // Sibirskij Lesnoj Zurnal (Sib. J. For. Sci.). 2023. N. 6. P. 128–140 (in Russian with English abstract and references).*