

Воронежская область
Муниципальное бюджетное общеобразовательное учреждение
средняя общеобразовательная школа с углублённым изучением отдельных
предметов № 8
Муниципальное бюджетное учреждение дополнительного образования
«Детский эколого-биологический центр «Росток»

**Возможности повышения эффективности лесопожарной профилактики
средствами современных цифровых ресурсов**

**Работу выполнила:
Аминева Александра
ученица 11 «А» класса
НОУ «Экология»**

**Руководители:
учитель ОБЖ
МБОУ СОШ с УИОП № 8
Рудь Наталья Анатольевна
методист МБУДО ДЭБЦ «Росток»
Аминева Наталья Леонидовна**

Аннотация

Рассмотрена проблема раннего обнаружения лесных пожаров средствами различных информационных ресурсов и цифровых инструментов. В исследование включен анализ современных средств обнаружения пожаров и на его основе сформулированы ключевые положения концепции повышения эффективности работы сервисов по обнаружению лесных пожаров и недопущению их распространения средствами новых информационных технологий.

Содержание:

1. Введение	2
1.1 Актуальность.....	2
1.2 Литературный обзор.....	2
2. Материалы и методы.....	6
3. Результаты и обсуждение.....	6
3.1 Современные сервисы по обнаружению лесных пожаров.....	6
3.2 Обеспечение лесопожарного мониторинга в Воронежской области	10
3.3 Оценка инструментов анализа изображений и прогноз их использования в эффективных системах	12
3.4 Концепция сервиса для мониторинга лесопожарной обстановки.....	15
4. Выводы	18
5. Заключение	18
6. Источники информации	19

1. Введение

1.1 Актуальность темы

Проблемы экологии волнуют меня с самого юного возраста. Можно сказать, что я выросла на станции Юных натуралистов Коминтерновского района и интерес к живой природе у меня был всегда. Несколько лет назад на базе МБУДО ДЭБЦ «Росток» был создан волонтерский экологический отряд «Юннаты из «Ростка», и я стала его самым активным участником. Свое будущее я планирую посвятить делу охраны окружающей среды. Но для того, чтобы добиваться успехов в этой сфере, желания действовать и призывов недостаточно. Современная деятельность по охране природы – это овладение современными инструментами, которые помогают людям контролировать изменения в окружающей среде, прогнозировать возможные угрозы, предотвращать и грамотно ликвидировать последствия экологических бедствий. Поэтому темой, которую я выбрала для исследования, стало изучение возможностей быстрого обнаружения и прогнозирования лесных пожаров за счет расширения возможностей информационных ресурсов.

Нам показалось интересным сопоставить и, по возможности, сравнить различные сервисы, применяемые для обнаружения лесных пожаров, произвести их оценку и составить прогнозы по их совершенствованию. Так как лесные пожары, в том числе заповедных территорий, являются серьезной проблемой в большинстве стран, мы предположили, что современные сервисы обнаружения лесных пожаров не являются совершенными. Возникла гипотеза: оптимизация сервисов обнаружения лесных пожаров поможет усовершенствовать лесопожарную профилактику. Сформулировали цель: разработать концепцию повышения эффективности систем обнаружения лесных пожаров за счет использования дополнительных цифровых ресурсов. В ходе исследования нам предстоит решить следующие задачи:

- 1) исследовать возможности широкого применения современных сервисов обнаружения лесных пожаров;
- 2) уточнить, какие сервисы и инструменты применяются для мониторинга лесопожарной обстановки в Воронежской области;
- 3) определить эффективность современных сервисов систем обнаружения лесных пожаров, выявить их достоинства и недостатки;
- 4) составить концепцию модели сервиса по совершенствованию систем обнаружения лесных пожаров.

Объект исследования: пожарная безопасность в лесах.

Предмет исследования: система мониторинга лесных пожаров.

Методы исследования: наблюдение; анализ различных источников информации; анализ полученных данных; сравнение; интервьюирование; прогнозирование.

1.2 Литературный обзор

Природная пожарная опасность — пожарная опасность охраняемой территории, обусловленная ее особенностями и относящаяся к многолетнему периоду при предположении неизменного наличия источников огня, которые

могут стать причиной пожара. Природная пожарная опасность определяется характером зарастания (категорией) земель, типом древесной, кустарниковой и другой растительности, характером живого и мертвого напочвенного покрова, запасом горючих материалов, экспозицией и крутизной склона и другими условиями. [6] Лесные пожары — одно из природных явлений, частота и разрушительность которого были усугублены природопреобразовательной деятельностью человека. Деятельность человека не только многократно увеличивает возможность возникновения и быстрого распространения огня, но и увеличивает негативные последствия уже локализованного пожара. В современном мире вопрос прогнозирования и мониторинга пожароопасной обстановки широко изучается на территории каждой страны. Производится разработка наиболее функциональных и систематизированных средств мониторинга, с целью более раннего обнаружения точек возгорания и предупреждения чрезвычайных экологических ситуаций, связанных с лесными пожарами. [4]

Существует множество видов обнаружения лесных пожаров. Основные — это наземное патрулирование, наблюдение за лесом с пожарно-наблюдательных пунктов, вышек, мачт, применение автономных пожарных извещателей, авиационный мониторинг лесных пожаров и космический мониторинг лесных пожаров. [6] Именно последнему мы уделим внимание в нашем исследовании.

Аэрокосмические методы исследования Земли относятся к методам дистанционного зондирования (ДЗ). Такие методы предполагают получение данных на основании измерений, проведенных на расстоянии [1, 2, 5].

В настоящее время более 50 стран мира осуществляют изготовление космических аппаратов и их запуски, реализуя свой научно-технический потенциал. Более 150 стран пользуются результатами космической деятельности. При этом ДЗЗ является одним из наиболее важных направлений такой деятельности [5]. На сегодняшний день прослеживается тенденция перехода от дорогостоящих спутников-комбайнов, несущих большое количество аппаратуры, к комплексам («созвездиям») более легких спутников, оснащенных меньшим количеством приборов. Своеобразной визитной карточкой современного космического ДЗЗ является околоспутниковая (порядка 1 м) разрешающая способность на местности. При этом такие показатели достигнуты как для оптических, так и для радиолокационных спутниковых изображений [5]. Область применения столь детальных изображений ограничена, поэтому данные среднего и низкого разрешения продолжают широко и эффективно использоваться. Именно в таких данных реализуются одни из основных преимуществ космической съемки — широкий обзор и эффект естественной генерализации [1, 2, 3].

Для решения задачи обеспечения систематического обзора Земли из космоса на современном этапе развития необходимы следующие технологические составляющие [1, 2]:

- 1) носители съемочной аппаратуры (ИСЗ);

- 2) аппаратура ДЗ;
- 3) бортовые средства передачи данных на Землю по радиоканалу;
- 4) наземные комплексы приема информации, ее обработки и предоставления потребителям.

Характерной чертой современных аэрокосмических исследований Земли является критическая значимость методов и технологий обработки аэрокосмической информации. Именно разнообразие методов обработки позволяет получать различные значимые характеристики подстилающей поверхности даже в условиях ограниченного набора исходных данных. К выдающимся современным методам обработки данных ДЗЗ можно отнести метод дифференциальной интерферометрии, метод дистанционной пространственно-частотной спектрометрии, методы моделирования полей излучений на входе аппаратуры ДЗЗ, методы численного решения обратных задач ДЗЗ, радиолокационные поляриметрические методы и др. [1, 2, 3]. К современным ОЭС, используемым в настоящее время для аэрокосмических исследований Земли, можно отнести панхроматические и многоспектральные камеры, сканирующие радиометры, спектрорадиометры, гиперспектрометры, лидары и другие приборы ДЗ. Применение в ОЭС различных приемников излучения, преобразующих оптический сигнал в электрический, позволяет работать в широком диапазоне спектра электромагнитных волн. Работа ОЭС происходит в автоматическом режиме, что определяет их высокое быстродействие и оперативность выдачи информации. Современные ОЭС представляют информацию в цифровом виде, предназначенном для обработки в ЭВМ, что, в свою очередь, позволяет осуществлять ее автоматическую или автоматизированную обработку. Структура ОЭС позволяет эффективно осуществлять фильтрацию сигнала, т. е. выделение полезной информации на фоне различных помех, в результате чего можно получить высокое пространственное и спектральное разрешение, высокую энергетическую чувствительность [1, 2, 3]. При этом радиолокационная съемка может осуществляться вне зависимости от погодных условий и времени суток, а современная группировка космических РСА позволяет осуществлять несколько съемок объекта в сутки в различных диапазонах длин волн [1, 2].

Важной чертой современного этапа развития аэрокосмических исследований Земли является нарастание интереса и осведомленности общественности по этой тематике. Этому во многом способствуют интернет-сервисы, на которых изображения ДЗЗ, полученные как с космических, так и с воздушных носителей, выложены для открытого просмотра. Примером наиболее развитого интернет-сервиса, базирующегося на результатах аэрокосмических съемок, является проект Google Earth (<http://www.google.com/earth>). Кроме того, данные, получаемые со спутников системы EOS (Earth Observation System – система наблюдений Земли), а также некоторые другие данные, имеющие высокую научную ценность, открыты для свободного использования, что способствует вовлечению широкого круга исследователей в процесс их обработки и анализа. Еще одним значимым фактором,

обеспечивающим внедрение аэрокосмических методов и технологий исследования Земли в повседневную жизнь людей, является использование данных ДЗЗ в образовании. Опыт такой деятельности есть как в России, так и в других странах [1, 2].

Максимально практичным методом наземного мониторинга для обнаружения возгораний является видеонаблюдение, как автоматизированное (FFSS станции), так и производимое оператором, что связано с низкой стоимостью и высокой скоростью получения информации. Данные оптические системы работают в видимом и инфракрасном диапазоне. Информация с таких устройств передается посредством связи Интернет, GSM или радиосвязи. Эффективным методом как наземного, так и авиационного мониторинга является использование тепловизионных камер. С помощью тепловизионных снимков фиксируется активная зона лесного пожара даже в условиях сильного задымления. Активная зона в данном случае характеризуется высоким контрастом теплового изображения. Данный метод плохо применим в дневное время суток [4]. Так же осуществляется контроль состояния атмосферного воздуха лидарными (Light Detection and Ranging) методами. Воздушное лазерное сканирование позволяет качественно или количественно судить о таких параметрах воздушной среды, как давление, плотность, температура, влажность, концентрация газов, аэрозолей, параметры ветра [4]. Таким образом, при использовании данного метода для мониторинга лесных пожаров можно обнаружить вторичные признаки, сопровождающие процесс горения: пламя, дым, восходящие потоки нагретого воздуха. Лидары могут использоваться и в ночное время суток, однако у данного метода существуют такие недостатки, как большая вероятность ложного сигнала при сильном ветре, дожде или тумане. Космический мониторинг пожароопасной обстановки методом дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) позволяет значительно увеличить площадь исследуемой территории, контролировать процессы в режиме реального времени (каждый спутник имеет свой период обращения, что позволяет планировать съемку необходимого участка в соответствии с местоположением спутника), игнорировать метеорологические и атмосферные условия в местах наблюдений (радиолокационная съемка возможна в ночное время, во время облачности и непогоды) [4].

Преимущества дистанционного космического мониторинга по сравнению с другими методами заключаются в:

- Возможности мониторинга больших территорий, подверженных экологическому бедствию;
- Оперативности получения информации (обработка данных, полученных со спутников, и их выдача заказчику осуществляется на протяжении часа)
- Доступности данных (космические снимки находятся в свободном доступе).

Метод дистанционного зондирования, тем не менее, имеет свои недостатки:

- Во-первых, площадь возгорания для обнаружения должна быть значительной;

- Во-вторых, несмотря на наличие радиолокационных систем, позволяющих производить мониторинг в ночное время суток и при неблагоприятных метеорологических условиях, их использование чрезвычайно редко. Чаще всего для мониторинга лесных пожаров используется комплексная многоспектральная спутниковая съемка, для которой большую роль играет прозрачность атмосферы;

- В-третьих, во избежание возможных ошибок, существует необходимость согласования данных полученных методом ДЗЗ с наземными источниками информации.[4]

Примером элемента современной системы охраны лесов от пожаров является Информационная система дистанционного мониторинга лесных пожаров Федерального агентства лесного хозяйства (ИСДМ-Рослесхоз). [7]

2. Методы и методика исследования

Для решения поставленных задач нам необходимо найти достаточно специфическую информацию и проанализировать ее. Для того, чтобы познакомиться с предметом исследования, мы познакомимся с литературой по теме, прослушали тематические вебинары (например, «Спутниковый мониторинг экологических проблем»), проконсультировались со специалистами, работающими в области безопасности и экологического мониторинга. Затем мы попробовали работать на наиболее популярных сервисах, используемых специалистами, исследовали их интерфейс, постарались определить достоинства и недостатки. Проанализировали особенности работы различных распространенных инструментов анализа изображений. С учетом полученной информации попытались найти варианты по исправлению недостатков каждой модели. Свои идеи оформили в виде концепции и попросили знакомых специалистов выступить в качестве экспертов.

3. Результаты исследования и обсуждение

3.1 Современные сервисы по обнаружению лесных пожаров.

1) Американский ресурс «USGS» (URL: <https://earthexplorer.usgs.gov/> (дата обращения: 20.10.20)). Приложение полностью на английском Сервис с очень хорошим разрешением и покрытием всего мира. Можно увидеть даже такие мелкие объекты, как: отдельные деревья, коровы, дома, машины, грунтовые дороги. Есть возможность переключаться между снимками разных спутников. Есть возможность ставить метки и считывать координаты, что может помочь при мониторинге пожаров и горельников (Рис. 1,2). Высокое разрешение космосъемки позволяет различить даже линии посадки деревьев на горельниках 2010 года в Воронежской области. Это поможет при анализе восстановления территории после пожара.

Рис. 1 Пример изображения, полученного с USGS. Виден горельник.

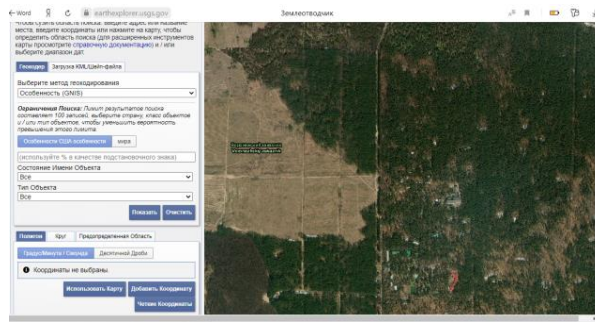
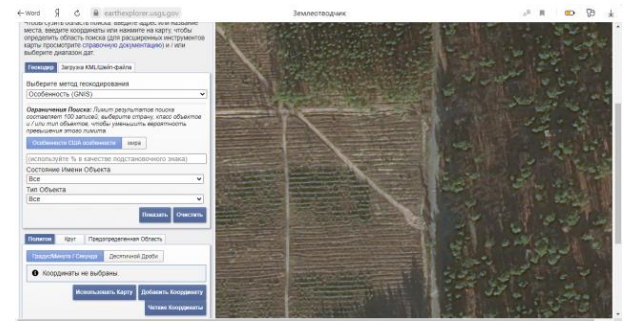


Рис. 2 Та же территория при большем увеличении



2) EFFIS - Ресурс Европейского космического агентства «Коперникус» (URL: <https://scihub.copernicus.eu/> (дата обращения: 20.10.20)). На официальной странице «Коперникуса» навигация осложнена непонятным интерфейсом и английским языком. Вторая ссылка переводит сразу на карту пожаров EFFIS. Данные с 2 спутников, самые ранние – январь 2020. Обновление – 1 раз в сутки. Слои: Danger forecast – прогноз опасности, forest fire events – лесные пожары, fire detection – выявление пожаров, burnt area maps – картографирование выгоревших территорий, land cover damage assessment – оценка пострадавших территорий, emission assessment – оценка выброса CO₂, Potential soil erosion estimate – оценка эрозии почв, vegetation regeneration – восстановление растительности. Есть возможность включить слой с прогнозом пожароопасности по дням на неделю вперёд. Это покажет, на какие территории надо обратить более пристальное внимание в ближайшие дни. Слои с выгоревшими территориями за 1, 7, 30 дней. Если включить слой за 30 дней, то территории, выгоревшие за эти промежутки времени, будут отмечены разными цветами. Это показывает потерю лесного фонда в определённый заданный период, что понадобится при дальнейшем мониторинге восстановления леса после пожаров. (Рис. 3,4)

Рис. 3 Пример изображения, полученного с EFFIS. Выгоревшие территории

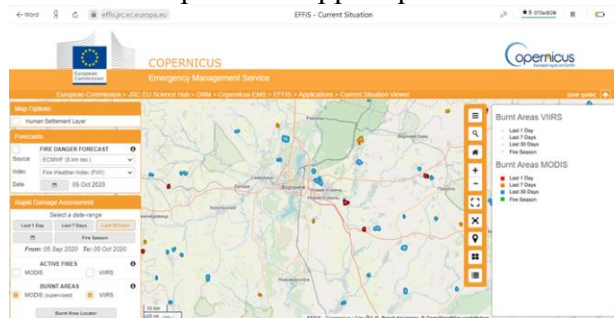
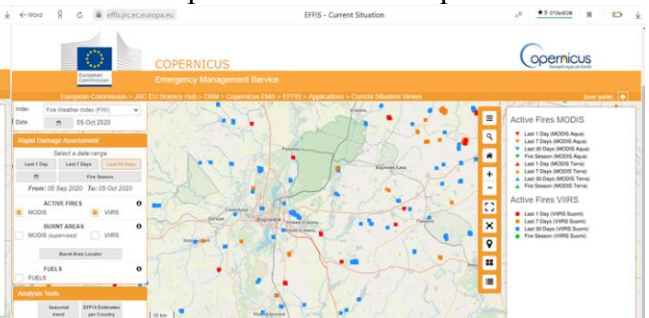


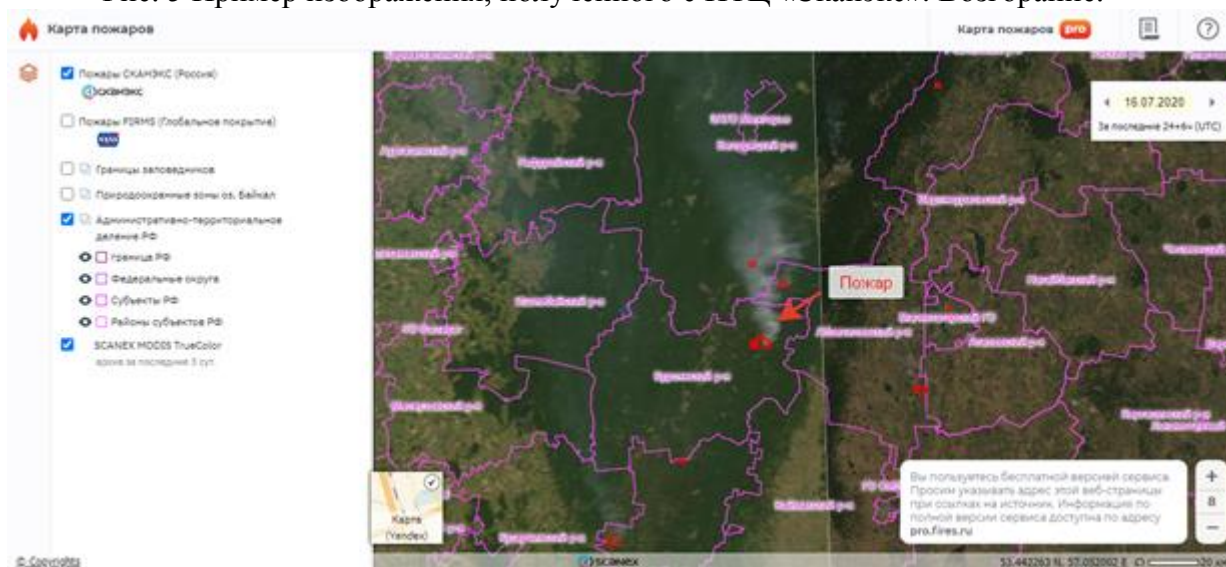
Рис. 4 Пример изображения, полученного с EFFIS. Пожар – активное возгорание



3) Карта пожаров от российской компании ИТЦ «Сканэкс». (URL: <https://fires.ru/> (дата обращения: 20.10.20)). Есть возможность просмотреть очаги возгорания для всего мира, но только на подложке карты-схемы. В этом сервисе используются круговые диаграммы, и с отдалением карты точки возгораний объединяются, это может ввести в заблуждение и

напугать неподготовленного пользователя. Самое низкое разрешение космоснимков по сравнению с другими предложенными сервисами. Очень неаккуратная сшивка снимков. Снимки обновляются 1 раз в сутки, есть архив за последние 4 суток. Можно увидеть границы пожара с термоточками, краткую информацию о них (вид: природный/техногенный источник, координаты, вероятность наличия пожара, дату съемки, с какого спутника и источника взяты данные). Чувствительность приборов позволяет детектировать лесные и степные пожары площадью от 1 га и более. С помощью небольшого архива возможно увидеть движение пожара и его развитие за 4 дня. Есть автоматический алгоритм классификации термоточек, что позволяет отличить техногенный источник (завод, факел нефтедобычи) от природного пожара. Возможность включить слой с границами ООПТ поможет увидеть пожар, который угрожает уничтожить ценную природную территорию. (Рис. 5). Обновление данных в режиме, близком к реальному времени (1 раз в сутки), позволяет понять масштаб возгораний на сегодняшний день, но недостаточно для оперативного реагирования на возгорание.

Рис. 5 Пример изображения, полученного с ИТЦ «Сканэкс». Возгорание.



4) FIRMS. Карта пожаров NASA. (URL: <https://firms.modaps.eosdis.nasa.gov/map/#d:2020-07-24..2020-07-25;@0.0,0.0,3z> (дата обращения: 20.10.20)). В данном сервисе обновление данных происходит каждые 8 часов. Но на карте видны только точки, без дополнительной информации. Снимки 4 разных спутников, по качеству схожие с «Коперникусом». Terra и Aqua – метеорологические спутники, на их снимках большая часть территории планеты покрыта облаками (так на самом деле и есть). Возможность включить слои космоснимков, близких к реальным цветам, и спектральные комбинации, в которых виднее растительность. Обновление данных максимально приближено к режиму реального времени. Архив более года, что позволяет проводить мониторинг территории в достаточно большом промежутке времени.

Возможно включить слой с границами ООПТ, но они не содержат названий объектов. В системе нет анализа отличий пожара от техногенного источника (предприятия, территории нефтедобычи). Система не распознаёт кратковременные и торфяные пожары, только верховые и сильные низовые. (Рис.6, 7)

Рис. 6 Пример изображения, полученного с FIRMS. Возгорание

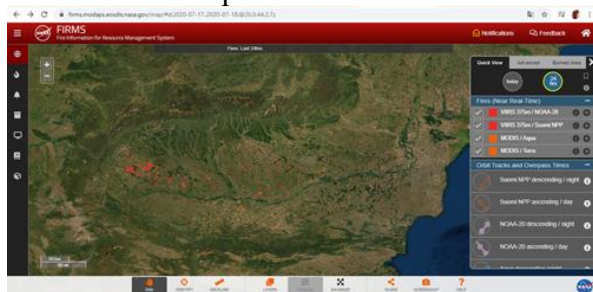
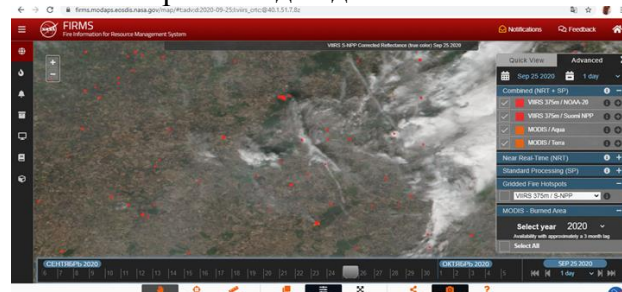


Рис. 7 Пример изображения, полученного с FIRMS. Хорошо виден дым



5) Global Forest Watch. (URL: <https://www.globalforestwatch.org/> (дата обращения: 20.10.20)). На основе космоснимков можно увидеть изменение лесной растительности: деградацию и восстановление за выбранный период мониторинга. Есть возможность просмотреть различные космоснимки для территории в видимом спектре и в комбинации спектров «Состояние растительности». Архив снимков - примерно 2 года.

Сервис очень хорош для мониторинга состояния растительности и восстановления леса после пожара, т.к. в комбинация спектров специально для этого и составлена. Гари – тёмно-зелёный, здоровый лес – разные оттенки зелёного (зависит от состава растительности), граница пожара – ярко-салатовая. Этот спектр создан на основе инфракрасной съёмки и разные температуры видны по-разному. (Рис. 8) Сервис может рассчитать соотношение количества лесной территории и общей территории района. С помощью сервиса осуществляется наблюдение за лесным массивом выбранной области, оценка состояния и анализ растительности, на основе которой можно проводить мероприятия по высадке новых саженцев для восстановления территории после пожаров.

Рис. 8 Пример изображения, полученного с FIRMS. Возгорания



3.2. Обеспечение лесопожарного мониторинга в Воронежской области

В соответствии с постановлением правительства Воронежской области от 14.02.2020 №110 «Об утверждении перечня населенных пунктов Воронежской области, подверженных угрозе распространения лесных пожаров на 2020 год» в зонах вероятного воздействия природных пожаров расположено 99 населенных пунктов (10 387 домов, с численностью 47 392 человек, из них 2933 детей), 84 объекта экономики и 46 садоводческих, огороднических и дачных некоммерческих объединений, граничащих с лесными участками.

В интервью с Начальником отдела мониторинга, моделирования и организации проведения превентивных мероприятий центра управления в кризисных ситуациях Главного управления МЧС России по Воронежской области, майором внутренней службы Шепелевой Ириной Ивановной, мы выяснили, что для мониторинга лесопожарной обстановки в Воронежской области используются следующие информационные ресурсы:

1. Программно-аппаратный комплекс «Лесохранитель». ПАК «Лесохранитель» предназначен раннего обнаружения лесных пожаров и работает следующим образом: на неспециализированных высотных сооружениях размещаются видеокамеры с возможностью управления через сеть Интернет, информация с которых поступает в центр контроля информации, размещенный в управлении лесного хозяйства Воронежской области, а так же в ОДС ЦУКС и ЕДДС муниципальных районов (городских округов). На место предполагаемого загорания высылается оперативная группа муниципального пожарно-спасательного гарнизона и одновременно через ЕДДС информация доводится до глав органов местного самоуправления и собственников территорий.

2. Система космического мониторинга МЧС России

Использование системы космического мониторинга для контроля обстановки с пожарами проводится в соответствии с распоряжением МЧС России от 16.09.2011 №285 «О порядке получения, обработки, представления и использования данных дистанционного зондирования Земли из космоса в системе МЧС России», приказом ГУ МЧС по Воронежской области от 07.09.2018 №456 «Об организации работы с данными дистанционного зондирования Земли из космоса в Главном управлении МЧС России по Воронежской области».

3. Мобильное приложение по термическим точкам, разработанное МЧС России

В настоящее время ОДС ЦУКС активно тестируется мобильное приложение по термическим точкам, разработанное информационно – аналитическим центром МЧС России. Данное приложение представлено в 2-х вариантах: в виде интернет портала и мобильного приложения.

4. ИСДМ «Рослесхоз»

Информационная система дистанционного мониторинга Федерального Агентства лесного хозяйства - система оперативного мониторинга природных пожаров на основе данных космического мониторинга (термоточки), авиационных и наземных служб (донесения по соответствующим формам).

5. АИУС РСЧС -2030 – расчет параметров лесного пожара

Для расчета параметров пожара и моделирования его развития используется система анализа и управления рисками (САУР) автоматизированной информационной управляющей системы единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций (АИУС РСЧС-2030). Система позволяет рассчитать возможную площадь и периметр пожара в зависимости от введенных исходных данных (класс пожарной опасности по условиям погоды, класс природной пожарной опасности лесов, метеорологические условия) на указанное время, площадь задымления; определяет населенные пункты, попадающие в зону воздействия опасных факторов пожара; моделирует зону распространения пожара и задымления на карте.

На основании данных мониторинга обстановки, анализа многолетних данных и проведенных расчетов специалистом по мониторингу и прогнозу развития ЧС разрабатывается модель возможного развития обстановки, которая своевременно доводится до оперативных дежурных ЕДДС муниципальных районов, оперативной группы ЦУКС и оперативного штаба Главного управления.

Таким образом, имеющиеся информационные ресурсы позволяют осуществлять мониторинг и обобщение сведений по лесопожарной обстановке, рассчитывать параметры и моделировать развитие чрезвычайной ситуации (происшествия), что значительно повышает качество принятия управленческих решений и позволяет эффективно реагировать на складывающуюся обстановку.

3.4 Анализ эффективности современных сервисов систем обнаружения лесных пожаров

В каждом из рассмотренных нами сервисов есть свои преимущества и недостатки. Для предсказания, предотвращения и быстрого реагирования наиболее подходит Ресурс Европейского космического агентства «Коперникус». В нём единственном есть прогноз пожароопасной ситуации на неделю в графическом варианте, что позволяет вычислить наиболее пожароопасные территории на ближайшее время. Цветовое решение для распределения термоточек пожаров по времени несёт большую информативность для анализа ситуации. Выделение выгоревших территорий цветом позволяет точнее проводить мониторинг последствий пожаров.

На карте пожаров от российской компании ИТЦ «Сканэкс» можно увидеть границы пожара с термоточками, краткую информацию о них (вид: природный/техногенный источник, координаты, вероятность наличия пожара,

дату съемки, с какого спутника и источника взяты данные, что удобно для идентификации пожаров.

Для мониторинга восстановления лесов наиболее удобным сервисом является Global Forest Watch. Комбинация спектральных снимков, созданная специально для мониторинга состояния лесного покрова планеты, хорошо и ярко показывает границу горельника и леса. Для более точного наблюдения за территорией необходимо выставить процент облачности не более 10%.

3.3 Оценка инструментов анализа изображений и прогноз их использования в эффективных системах

Таблица 1. Оценка инструментов анализа изображений и прогноз их использования в эффективных системах

Инструменты анализа изображений	Как их можно использовать для выявления пожаров	Как можно интегрировать в работу усовершенствованного сервиса
Технологии Big Data	Основной принцип - анализ и обработка больших объемов данных в реальном времени что позволит оперативно выявлять пожары на постоянно поступающих космоснимках. Разнообразные данные могут иметь неоднородные форматы, быть неструктурированными или структурированными частично.	В сервис будут поступать совершенно разные данные: со спутников, тепловизоров и из приложения. Они должны оперативно, по мере поступления, обрабатываться и распределяться в архивы для дальнейшего хранения, а технологии Big Data уже умеют структурировать разнообразные сведения, искать скрытые и неочевидные связи для приведения к единому знаменателю. Так же на основе обработанной и структурированной информации они могут проводить аналитику и прогнозирование, что позволит уменьшить человеческий фактор при проверке информации и оперативно строить прогнозы пожароопасности на основе данных метеорологических спутников
Нейронные сети	Входные данные обрабатываются многими нейронами одновременно, благодаря чему нейронные сети решают задачи быстрее, чем большинство других алгоритмов. Благодаря способности к обучению нейронная сеть позволяет	Объединение технологий Big Data и нейронных сетей позволит оперативно и без участия специалистов выявлять возгорания на спектральных снимках. Проверка оператора понадобится только на самом последнем этапе – этапе оповещения спецслужб. Да, для хорошо действующей и

	<p>решать задачи с неизвестными закономерностями и зависимостями между входными и выходными данными, что позволяет работать с неполными данными.</p>	<p>быстрой нейронной сети на данном этапе технологического прогресса понадобится система из нескольких огромных сервисов, но в будущем возможно появление более компактных сетей, с возможностями выявления даже предпосылок возгорания, многократно превышающими сегодняшние.</p>
<p>Возможность комбинации различных слоёв в сервисе</p>	<p>Слои в приложении и портале: возгорания (термоточки), выгоревшие территории, преобладающая растительность, прогноз пожароопасности, ООПТ помогут проанализировать распространение пожара, на какое возгорание сейчас необходимо направить все силы, чтобы предотвратить более существенные потери. Добавление на эту карту слоёв осушённых болот, торфяников, сухостоя позволит привлечь внимание к опасным территориям.</p>	<p>Создание этих слоёв происходит после обработки и анализа информации, поступающей в сервис, в геоинформационных системах. Включение этих слоёв позволит осуществлять работу и мониторинг, направленные на решение различных нужд. Например, знание растительности, преобладающей на данной территории, позволит предсказать сколько сил необходимо потратить на тушение пожара, характер горения и возможность повторного возгорания. Тем самым повышается информативность портала, что позволит предотвратить жертвы.</p>
<p>Специализированные геоинформационные системы (ГИС)</p>	<p>С помощью специализированного программного обеспечения ГИС можно проводить специализированную обработку и анализ космических снимков. Вручную проводят анализ изменений растительного покрова.</p>	<p>Обработанная нейросетью информация наносится на карту, создавая слои с различными данными. В этих же системах происходит глубокий анализ изменений, произошедших на территории, добавление новых объектов, таких как сооружения и здания, на карту.</p>
<p>Встроенная в приложение возможность автоматического геопозиционирования</p>	<p>Геопозиционирование используется для установления координат пользователя на местности, определение азимута – для определения направления на</p>	<p>В усовершенствованном сервисе эти данные будут автоматически записываться приложением при добавлении пользователем фотографии пожара для дальнейшего анализа. С помощью</p>

рования (GPS) и определения азимута	объект, в нашем случае пожар, с точки, в которой находится пользователь.	них нейронные сети смогут установить расположение добавленного возможного пожара и отправить SMS или Push-уведомление пользователю о подтверждённом пожаре в 30-киллометровой зоне
Стандартные инструменты: определение площади, масштаб, линейка, возможность ставить метки и т.п.	Использование измерительных инструментов поможет в измерении расстояния от пожара до населённого пункта, площади возгорания. Масштабирование карты позволяет приближать и удалять изображение для более детального просмотра ситуации.	Эти стандартные инструменты должны быть в любом портале и приложении для улучшения использования. С помощью них можно получить точные данные о площади и расстоянии между объектами, чтобы в дальнейшем использовать в каких-либо отчётах, исследованиях. Поставив метку на одном слое, удобно отслеживать эту точку на других снимках и слоях, которые зачастую выглядят совсем по-другому.
Архив космоснимков	Используя архив космоснимков, можно понять, что происходило на данной территории без леса: это был пожар или незаконная вырубка. Приблизительное время начала пожара, его скорость распространения, время ликвидации.	Архив в сервисе поможет вести мониторинг восстановления лесов после пожаров, даст возможность установить причину его начала, оценить ущерб, причинённый пожаром.

3.4 Концепция сервиса для мониторинга лесопожарной обстановки

Для работы оптимизированного сервиса нам необходимо выстроить систему сбора, обработки, анализа информации и оповещения оперативных служб и рядовых пользователей.

Для повышения оперативности реагирования и оптимизации мониторинга в сервисе сбор информации будет происходить из разных источников:

1. Данные со спутников ДЗЗ: 1) космосъёмка в видимом спектре; 2) спектрзональная съёмка; 3) инфракрасная съёмка.

2. Данные с камер, установленных на неспециализированных высотных системах: 1) камеры с обзором 360°; 2) тепловизорные камеры.

3. Данные, полученные из мобильного приложения от авторизованных пользователей.

За счет совершенствования системы международного обмена данными со спутников ДЗЗ, то можно уменьшить период обновления информации и увеличить качество космоснимков. Необходим запуск новых высокотехнологичных спутников с камерами высокого разрешения.

На территории России будет работать наземная система вышек с камерами. Для могут использоваться вышки сотовой связи, пожарные вышки и автономные вышки. На них установлены камеры кругового обзора и тепловизоры, работающие на энергии, полученной с помощью солнечных батарей и ветрогенераторов. Радиус обзора – 16-20 км. На некоторых вышках возможна установка дронов/БПЛА, которые будут вылетать на место возможного возгорания для уточнения информации.

Вся информация со спутников и с наземных станций будет стекаться в аналитические центры. Для быстрой обработки поступающих данных используются новейшие геоинформационные системы, технологии Big Data и нейронные сети. Геоинформационные системы позволяют соотносить спектрональные снимки, проводить ортотрансформирование, геопривязку, производить «сшивание» снимков для дальнейшего выкладывания на портал. Нейронные сети могут соотносить данные разных форматов, находить связи, невидимые человеку и непрерывно работать. Всё это повысит количество достоверной информации и снизит влияние человеческого фактора на анализ ситуации. Система находит возможное возгорание и подаёт сигнал оператору, который уже принимает решение о дальнейшем оповещении спецслужб, органы власти и пользователей сервиса.

Также планируется разработка мобильного приложения. У спецслужб (МЧС, добровольные пожарные формирования, лесная охрана, руководство ООПТ) оно будет установлено в обязательном порядке. При наличии пожара в их зоне ответственности, им приходит уведомление. (Рис.9) Приложение может установить и любой желающий. В нём будет дополнительная функция – возможность добавить пожар/возгорание, которое уйдёт на проверку. (Рис. 10). Такая функция будет актуальной для густонаселенной европейской части нашей страны.

Рис. 9 Предполагаемый вид карты и возгорания, добавленные пользователями приложения

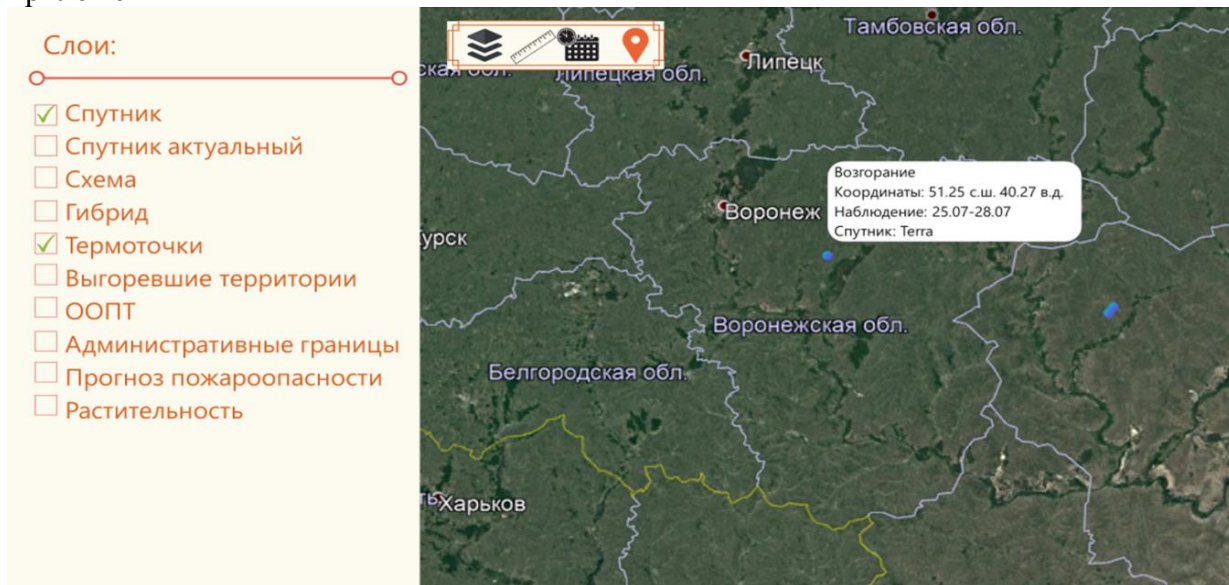


Рис. 10 Предполагаемый способ фиксации возгорания, добавленные пользователями приложения



Идею концепции мы визуализировали в виде схемы (рис.11)

Рис. 11 Концепция сервиса по обнаружению и мониторингу последствий пожаров



Условные обозначения:



Спутник связи/передачи данных



Природный пожар



Спутник ДЗЗ (спектральная съёмка, съёмка в видимом диапазоне)



Человек, использующий приложение для телефона.



Серверное устройство обработки и анализа данных, использует технологии Big Data



Пожарная часть, добровольческое пожарное формирование.



Профильные министерства РФ, ситуационный центр МЧС



Вышки сотовой связи или вышки, установленные специально для сервиса.



Администрация района/муниципалитета/сельского поселения

4. Выводы.

1. Космический мониторинг лесных пожаров и наблюдение с помощью специального оборудования применяются достаточно широко. Основные сервисы, которые могут использоваться для лесопожарной профилактики - Ресурс Европейского космического агентства «Коперникус», «USGS», Карта пожаров от российской компании ИТЦ «Сканэкс», FIRMS. Карта пожаров NASA, Global Forest Watch. Все они имеют определенные преимущества и недостатки.

2. Имеющиеся в распоряжении МЧС России по Воронежской области информационные ресурсы позволяют осуществлять мониторинг и обобщение сведений по лесопожарной обстановке, рассчитывать параметры и моделировать развитие чрезвычайной ситуации (происшествия), что значительно повышает качество принятия управленческих решений и позволяет эффективно реагировать на складывающуюся обстановку.

3) Нельзя говорить о существовании идеального сервиса для обнаружения лесных пожаров. Но грамотная комбинация используемых ресурсов может обеспечить максимально эффективный прогноз развития пожара, получить информацию о нем или отметить границы горельников.

4) Проведенный анализ позволил нам составить концепцию сервиса мониторинга лесопожарной обстановки, реализация которой позволило бы повысить скорость и достоверность обнаружения лесных пожаров в густонаселенных районах за счет внедрения новейших геоинформационных систем, технологии Big Data и нейронных сетей, мобильного приложения и привлечения волонтеров.

5. Заключение.

Разработанной концепцией модели сервиса по совершенствованию систем обнаружения лесных пожаров мы поделились с консультантами. По правдоподобности прогноза развития сервиса положительно высказались Ломакин Сергей Валериевич, кандидат экономических наук, доцент кафедры ИОМАС ВГАУ и Шепелева Ирина Ивановна, начальник отдела мониторинга, моделирования и организации проведения превентивных мероприятий центра управления в кризисных ситуациях Главного управления МЧС России по Воронежской области, майор внутренней службы. Их мнение позволяет нам считать, что гипотеза подтвердилась, а цель достигнута, конечно, пока только на теоретическом уровне. Разработка сервиса, подобного описанному нами, его внедрение, потребуют больших материальных затрат, но для сохранения уникальной природы России — это целесообразно. Тем более что с помощью оптимизированного сервиса можно будет не только оперативно реагировать на возгорание, но и проводить научные исследования, мониторинг лесовосстановления и прогнозирование новых пожаров.

6. Источники информации:

- 1) Бондур В.Г. Модели полей излучения для систем дистанционного зондирования. Курс лекций. – М.: Московский государственный университет геодезии и картографии. – 2008. – 389 с.
- 2) Бондур В. Г. Основы аэрокосмического мониторинга окружающей среды. Курс лекций. – М.: Московский государственный университет геодезии и картографии. – 2008, – 369 с.
- 3) Бондур В. Г. Современные подходы к обработке гиперспектральных аэрокосмических изображений // Материалы научно-технической конференции «Гиперспектральные приборы и технологии». 17–18 января 2013. – Красногорск. – 2013. – С. 14–18.
- 4) Григорец, Е. А. Сравнительный анализ видов и методов мониторинга лесных пожаров на территории России / Е. А. Григорец. — Текст : непосредственный // Молодой ученый. — 2015. — № 8 (88). — С. 379-381. — URL: <https://moluch.ru/archive/88/17160/> (дата обращения: 18.01.2021)
- 5) В. В. Замшин. История возникновения и развития аэрокосмических методов исследования Земли // Геоматика. – 2014. - №3. – с. 67 - 79
- 6) Каницкая Л. В. пирология : пособие / Л. В. – Иркутск : БГУЭП, 2013. – 206 с
- 7) Котельников Р.В., Лупян Е.А., Барталев С.А., Ершов Д.В. Космический мониторинг лесных пожаров: история создания и развития ИСДМ-Рослесхоз // Лесоведение, 2019, N 5, С. 399-409
- 8) Американский ресурс «USGS» (URL: <https://earthexplorer.usgs.gov/> (дата обращения: 20.10.20))
- 9) EFFIS - Ресурс Европейского космического агентства «Коперникус» (URL: <https://scihub.copernicus.eu/> (дата обращения: 20.10.20)).
- 10) Карта пожаров от российской компании ИТЦ «Сканэкс». (URL: <https://fires.ru/> (дата обращения: 20.10.20)).
- 11) FIRMS. Карта пожаров NASA. (URL: <https://firms.modaps.eosdis.nasa.gov/map/#d:2020-07-24..2020-07-25;@0.0,0.0,3> (дата обращения: 20.10.20)).
- 12) Global Forest Watch. (URL: <https://www.globalforestwatch.org/> (дата обращения: 20.10.20)).