



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра «Экономики и управления на предприятии природопользования»

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(бакалаврская работа)
по направлению подготовки 09.03.03 Прикладная информатика
(квалификация – бакалавр)

На тему «Разработка ГИС при прогнозировании и ликвидации чрезвычайных ситуаций»

Исполнитель Комаров Дмитрий Петрович

Руководитель к.т.н., Степанов Сергей Юрьевич

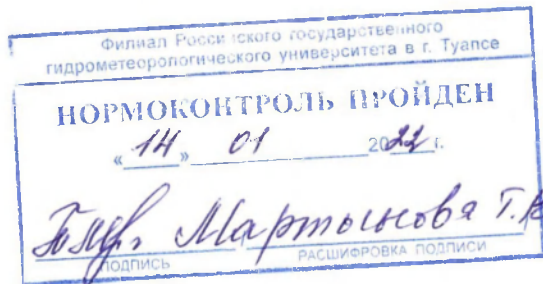
«К защите допускаю»

Руководитель кафедры 

кандидат экономических наук

Продолятченко Павел Алексеевич

«21» 01 2022 г.



Туапсе
2022

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	3
1.1 Теоретические аспекты применения ГИС в прогнозировании и мониторинге чрезвычайных ситуаций.....	5
1.2 Исследование ГИС для прогнозирования и ликвидации чрезвычайных ситуаций.....	9
1.3 Разработка концептуальной модели ГИС прогнозирования и ликвидации ЧС.....	15
2 Проектирование и разработка геоинформационной системы (ГИС ЧС).....	22
2.1 Проектирование информационной системы.....	22
2.2 Разработка программного обеспечения.....	23
2.3 Разработка технической документации проекта.....	28
2.3.1 Назначение программы и выполняемые функции.....	28
2.3.2 Исследование данных и создание карт.....	28
2.3.3 Анализ данных.....	30
2.3.4 Условия применения.....	30
2.3.5 Входные и выходные данные.....	31
3 Расчет экономической эффективности внедрения программного обеспечения.....	33
Заключение.....	51
Список литературы.....	53
Приложение.....	56

Введение

В современном мире специализированным службам предстоит бороться не только с последствиями стихийных бедствий и природных катаклизмов. К природным явлениям теперь необходимо добавить широкий спектр возможных техногенных катастроф. К сожалению, нередко, природные и техногенные бедствия происходят одновременно или одно является следствием другого.

Специализированные подразделения министерства чрезвычайных ситуаций должны действовать быстро и решительно для спасения людей. Счет может идти на минуты. Решения должны приниматься оперативно. Для обеспечения такой оперативной работы, службам по ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций (ЧС) требуется оперативная и точная информация о происходящем, ведь от корректности и своевременности их действий зависят человеческие жизни. Требуемая информация должна обладать следующими свойствами:

- информация должна быть оперативной и отражать реальное состояние дел;
- информация должна быть достоверной;
- информация должна быть однозначно интерпретируемой и наглядной.

Для реализации последнего свойства (однозначная интерпретируемость и наглядность), во многих случаях используются геоинформационные системы (ГИС). ГИС – это информационная система, оперирующая пространственными данными. Разъясним также термин информационная система (ИС) и данные. ИС – это система, предназначенная для хранения, поиска и обработки информации, и соответствующие организационные ресурсы (человеческие, технические, финансовые и т.д.), которые обеспечивают и распространяют информацию [6, с.15].

С помощью ГИС можно разместить любую информацию и происходящей ЧС на картографической основе, следить и прогнозировать ее развитие.

Следует отметить, что работа ГИС ЧС невозможна без информации объективного контроля. Такой информацией для ГИС ЧС служат (в первую очередь) данные дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) получаемые с космических аппаратов (КА), беспилотных летательных аппаратов (БПЛА), самолетов и вертолетов. Для получения этих данных служит система космического мониторинга чрезвычайных ситуаций (СКМ ЧС) предназначенная для обеспечения территориальных органов МЧС России, а также органов управления Единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций (РСЧС) в МЧС России. Данный аспект определил актуальность темы выпускной квалификационной работы.

Объектом исследования является процесс использования геоинформационных систем при прогнозировании и ликвидации чрезвычайных ситуаций.

Предметом является процесс разработки ГИС на базе МЧС.

Целью исследования является разработка ГИС при прогнозировании и ликвидации чрезвычайных ситуаций. Для достижения поставленной в работе цели был определен ряд задач:

- 1) изучить теоретические аспекты и область применения ГИС в прогнозировании и мониторинге чрезвычайных ситуаций;
- 2) провести анализ существующих разработок и функциональных данных в области проектирования геоинформационных систем;
- 3) разработать пакет прикладных программ на базе локальной ГИС управления рисками ЧС;
- 4) оценить качество внедрения ГИС и рассчитать экономическую эффективность разработки.

Для решения поставленных задач использовались следующие методы исследования:

- метод ГИС-анализа;
- литературного анализа;
- картографический.

1 Анализ ГИС прогнозирования и мониторинга ЧС

1.1 Теоретические аспекты применения ГИС в прогнозировании и мониторинге чрезвычайных ситуаций.

Сегодня можно констатировать формирование природотехнической системы в условиях синергетического влияния техносферы и геологической среды. Геологическая среда представляет собой комплекс взаимозависимых компонентов, таких как грунты, подземные воды, органика, горные породы, газообразные вещества и живые организмы. Ее характеризуют геологические, геохимические и геофизические поля, на нее влияют всевозможные внешние нагрузки, включая антропогенные [4]. Такие воздействия становятся причиной кардинального изменения как самой геологической среды, так и среды обитания человека.

Изучить и верно оценить геодинимическое и геохимическое состояние природотехнической системы – ключевая задача, решением которой необходимо заниматься как на общегосударственном, так и на региональном уровнях. В первую очередь, ее важность проявляется в густонаселенных регионах, а также местах, где планируется возведение крупных промышленных комплексов, отличающихся технологичностью, высокой стоимостью и наукоемкостью. Однако, изучению геоэкологических и инженерно-геологических условий природных и освоенных человеком территорий не уделяется достаточно много внимания. Данные Статистического института для стран Азии и Тихоокеанского региона (UN SIAP) [28] демонстрируют недостаточность информации о состоянии региональных природных ресурсов, факторах, от которых зависит качество окружающей среды, и о том, как на социально-экономическом развитии отражаются изменения в окружающей среде. Из этого следует, что:

1. Назрела острая необходимость в более скрупулезном изучении геологической среды и факторов, влияющих на ее изменение.
2. Требуется уделить внимание повышению эффективности методов и

средств мониторинга ее состояния.

3. Необходима разработка системы анализа статистических данных в их взаимосвязи с изменением техносферы.

Решение указанных задач позволит получить достоверные показатели развития региона, спрогнозировать возникновение ЧС и предотвратить их.

Новейшие системы, позволяющие мониторить и прогнозировать возникновение ЧС, представляют собой многоплановые информационные системы, состоящие из:

- средств наблюдения за стихийными бедствиями;
- обширных баз данных, в которых накапливается информация о последствиях всех известных видов чрезвычайных ситуаций;
- описания состояния и уязвимости элементов риска;
- соединенных между собой вычислительных ресурсов;
- каналов и оборудования, обеспечивающих коммуникацию;
- математических моделей природных и техногенных катаклизмов;
- данных о том, как распределены опасные источники, и о возможном ущербе от них и др.

Информационная структура ГИС включает в себя 3 блока [2,с.18]:

- блок сбора информации;
- блок поддержки управленческих решений;
- блок аналитики.

Блок сбора информации выполняет функцию своевременной аккумуляции данных и их систематизации. Правильно организованную информацию проще анализировать. Например, наличие полноценных данных наблюдений позволит использовать формулы гидрологических расчетов максимального стока дождевых вод и селей при обосновании проектов мостов, водопропускных сооружений и дорог [5].

Блок аналитики позволяет анализировать собранную информацию и привести ее в качественно иную форму, которая будет удобна для принятия управленческих решений. Как следствие, система прогнозирования

чрезвычайных ситуаций имеет в своем составе 2 подблока, которые территориально и организационно разделяются между всеми учреждениями, анализирующими и обрабатывающими информацию:

— подблок методик и алгоритмов, согласно которым обрабатываются данные. Здесь обязательна связь с нормативно-правовыми актами и методикой, по которым прогнозируется возникновение ЧС и ликвидируются их последствия;

— подблок моделирующих систем, предназначенных для непосредственной обработки информации с использованием специальных программно-технических средств.

С помощью действующих ГИС удается рассчитать параметры опасных факторов и определить зоны, которые могут подвергнуться разрушению при возникновении ЧС. Зона разрушения указывается на карте местности с возникшей чрезвычайной ситуацией. Очень важно проводить расчеты с учетом тех погодных условий, которые были зафиксированы на момент снятия показаний.

В ряде ситуаций следует принимать во внимание рельеф местности. Это важно при возникновении чрезвычайной ситуации на гидротехническом объекте, когда происходит затопление, сход селей [7], или при происшествии на объекте, где может быть утечка радиации.

Ключевое звено системы – база данных. Создав геоинформационную систему, необходимо наполнить ее необходимыми данными, чтобы получить информацию об условиях обстановки, финансировании, функционале системы мониторинга и прогнозирования ЧС.

Чтобы точнее прогнозировать чрезвычайные ситуации и успешнее ликвидировать их последствия, СУ ГИС БД должна быть связана с электронной картой наблюдаемой местности. Это важно для систематизации данных не только по времени, но и в пространстве. Информационная база представляет собой комплекс связанных между собой и с ГИС БД математических и эмпирических моделей, которые регулярно обновляются, что позволяет

сформировать целый набор функциональных задач. Полученная статистическая информация в дальнейшем может быть использована для построения графиков человеческих потерь и размеров экономических и общих фактических убытков в зависимости от года и сезона. Накопленные знания позволяют распределить стихийные бедствия по разным районам исследуемой территории. Также чрезвычайные ситуации классифицируются по частоте возникновения и величине нанесенного ущерба [16].

Статистические сведения могут систематизироваться по следующим критериям [13, с.55]:

- виды происшествий;
- причины возникновения ЧС;
- сценарии развития;
- сценарии устранения последствий, учитывающие количество сил и вариантов действий.

Помимо этого, важной задачей СУ ГИС БД является выдача информации, позволяющей моделировать динамику природных процессов при разных условиях. Чтобы верно оценить причины возникновения критических гидрологических явлений, которые могут спровоцировать чрезвычайную ситуацию, и чтобы разработать способы предотвратить их и ликвидировать опасные последствия, технологии ГИС необходимо совмещать с новейшими методами компьютерно-математического моделирования. Оно осуществляется с использованием различных данных с пространственной привязкой. Например, чтобы смоделировать ЧС на реках, потребуется следующая пространственная информация [16]:

- рельеф местности: топографические карты, промеры русла, габариты и расположение уже существующих инженерных объектов и тех, которые еще проектируются, а также другая информация;
- координаты и характеристики объектов, которые могут пострадать вследствие чрезвычайных ситуаций: жилые, коммерческие и промышленные строения, инфраструктурные объекты, плотность населения, типы земель и др.;

— данные, по которым верифицируются и калибруются математические модели и расчеты: положение береговой линии при возможных расходах, параметры течения (скорость, температура и др.), габариты наносов, характеристики грунта и т. д.

Данные о пространственном расположении изучаемых объектов могут быть доступны в виде карт и планов в разных масштабах и системах координат, снимках со спутников, сведены в таблицы или же представлены в форме текстовых описаний. Такое представление информации о местности в разной форме помогает более качественно проанализировать текущую ситуацию и разработать методику предотвращения опасных происшествий.

1.2 Исследование ГИС для прогнозирования и ликвидации чрезвычайных ситуаций

Анализ существующих разработок . Геоинформационные системы (ГИС) давно и широко используются для решения разного рода задач. Существует много примеров успешного внедрения ГИС в практику работы государственных, муниципальных органов, а также в коммерческие организации. Одним из важнейших факторов эффективного использования таких систем является наличие необходимой и полезной функциональности системы, а также простота внедрения. На данный момент существует достаточно много универсальных ГИС, использование которых позволяет решать огромное множество задач. Но чаще всего для этого требуется наличие специалиста. Так как решение прикладных задач в ГИС в основном основывается на знаниях картографических данных, а также математических методах и алгоритмов обработки [17, с.73].

Рассмотрим существующие разработки специализированных ГИС, используемых в структурах МЧС для обеспечения безопасности населения и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций. Система мониторинга транспортных средств оперативных служб МЧС России (СМТ), привлекаемых

для ликвидации чрезвычайных ситуаций. Система обеспечивает автоматизацию действий дежурных пожарных частей и гарнизонов территориального уровня по реагированию на сообщения о пожарах и ЧС, и предоставляет навигационную и управленческую информацию для обеспечения принятия решений ответственными лицами НЦУКС и ГУ ЦУКС на региональном и межрегиональном уровнях [11].

На сегодняшний день системой мониторинга транспортных средств оперативных служб МЧС России оснащены более 2500 транспортных средств, Национальный центр управления кризисными ситуациями МЧС России (федеральный уровень) и Центры управления кризисными ситуациями федеральных округов, более 200 диспетчерских центров территориального уровня. Специализированное программное обеспечение «Системы мониторинга транспортных средств МЧС России регионального и межрегионального уровней» обеспечивает:

- учет личного состава, спецтехники и оборудования по подразделениям МЧС;
- интерфейс и функционал формирования и выпуска сил и средств дежурной смены;
- ввод сообщения о пожаре или ЧС;
- выпуск сил и средств дежурной смены на происшествие или ЧС;
- формирование маршрутов с контрольными точками и точками стоянки;
- планирование колонны;
- выпуск автотранспорта на маршрут с автоматической функцией контроля отклонения от маршрута;
- мониторинг движения автотранспорта всех подчиненных подразделений;
- аналитические отчеты об отработке пожаров и ЧС в любом регионе за произвольный период времени.

На основе взаимодействия с системой мониторинга транспортных средств МЧС России работает и программно-аппаратный комплекс «Служба экстренной помощи Команда-112» (ПАК «Команда -112»). Предназначен для автоматизации оперативной деятельности центра обслуживания вызовов (ЦОВ) ЕДДС. Цель - обеспечение оказания экстренной помощи населению при угрозах для жизни и здоровья, уменьшения социально-экономического ущерба при чрезвычайных происшествиях и чрезвычайных ситуациях, а также для информационного обеспечения единых дежурно-диспетчерских служб муниципальных образований.

Данные системы работают на использовании глобальной навигационной спутниковой системы - ГЛОНАСС - российская спутниковая система навигации, разработанная по заказу Министерства обороны. Одна из двух функционирующих на сегодня систем глобальной спутниковой навигации. ГЛОНАСС предназначена для оперативного навигационно-временного обеспечения неограниченного числа пользователей наземного, морского, воздушного и космического базирования. Доступ к гражданским сигналам ГЛОНАСС в любой точке земного шара, на основании указа Президента РФ, предоставляется российским и иностранным потребителям на безвозмездной основе и без ограничений.

Представленные выше системы могут работать с любым мобильным транспортом, имеющим автомобильные терминалы «ЭРА-ГЛОНАСС». А инфраструктура, созданная в рамках проекта «ЭРА-ГЛОНАСС», может стать основой для развития в России навигационно-информационных систем, сервисов и оборудования на базе технологий ГЛОНАСС в интересах пользователей. ГИС Национального центра управления в кризисных ситуациях МЧС России. Для предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций сформирован Национальный центр управления в кризисных ситуациях МЧС России. Работа основана на автоматизированной системе оперативного управления (СОУ) в кризисных ситуациях, в которую входит геоинформационная подсистема - ГИС НЦУКС МЧС РФ. Использование

позволяет сотрудникам МЧС видеть место возникновения чрезвычайной ситуации, территориальный охват, расположение критически важных и потенциально опасных объектов, места дислокации сил и средств постоянной готовности.

Геоинформационная система МЧС разрабатывалась на основе геоинформационного программного обеспечения ArcGIS 9.x компании ESRI, при этом использовались и специализированные решения, созданные при помощи средства разработки ArcGIS Engine. При работе с ГИС используются спутниковые изображения, отсканированные картографические материалы, цифровые модели рельефа, в том числе и 3D-изображения [12].

В ГИС МЧС на карты может быть наложена оперативная обстановка - чрезвычайные ситуации, ледовая, пожароопасная и лавинная ситуация, а также потенциально опасные критически важные объекты, силы и средства постоянной готовности. Карты, входящие в ГИС-подсистему, могут быть использованы для формирования документов и отчетности, которая ведется в ходе эксплуатации программно-аппаратного комплекса. Картографический материал при этом дополняется информацией о чрезвычайной ситуации, оперативной обстановке, метеоданными, а также другими данными из базы СОУ НЦУКС. ВНИИ ГОЧС в кооперации с Центром исследования экстремальных ситуаций и Военно-инженерным университетом более десяти лет создает специализированную геоинформационную систему «Экстремум» - комплексное программное средство, включающее картографические и атрибутивные базы данных, модели для прогнозирования ЧС и последствий, сценарии реагирования при землетрясениях, природных пожарах, наводнениях, техногенных катастрофах. ГИС работает в двух режимах - исследовательском и оперативном. Первый предназначен для решения научно-практических задач, по заблаговременной оценке, рисков; изучения различных факторов, влияющих на уровень риска; оценки эффективности мероприятий по снижению и управлению. Оперативный режим служит для определения эффективных мероприятий по реагированию на ЧС. В целях автоматизации деятельности

Территориального центра мониторинга (ЦТМ) по заказу ГУ ГОЧС по Свердловской области (ГУ МЧС России по Свердловской области) Уральским региональным информационно-аналитическим центром «Уралгеоинформ» с 2003 года разрабатывается ГИС управления рисками ЧС. Система позволяет проводить моделирование ЧС и прогноз их последствий, который осуществляется на основе методик, разработанных ВНИИ ГОЧС, Госгортехнадзором, автоматизированных «Уралгеоинформ». Разработанные программы позволяют выполнить [14, С.88]:

- оценку последствий лесных пожаров;
- оценку последствий ураганов;
- расчет выбросов вредных веществ при горении нефти и нефтепродуктов;
- прогнозирование масштабов заражения при авариях на химически опасных объектах и транспорте;
- оценку последствий аварий топливно-воздушных смесей;
- оценку последствий химических аварий;
- трехмерное моделирование рельефа для прогноза зон затопления при паводках и наводнениях;
- определение оптимальных маршрутов следования специалистов по транспортным сетям к объектам в зоне ЧС.

КБ «Панорама» является российским разработчиком программно-аппаратных средств с применением геоинформационных систем и технологий, которые используются в различных отраслях страны.

Среди разработок ГИС «Оператор» для силовых структур, ориентированная на использование в следующих ведомствах для создания единого информационного пространства, основанного на едином формате представления картографической основы [9, С.90]. Возможности:

- редактор оперативной обстановки. Нанесение и редактирование оперативной обстановки, оформление дежурных карт;
- отображение 3D-моделей местности в ГИС «Оператор»;

- оформление специальных карт. Ведение карт оперативной обстановки, использование средств мультипликации для отражения динамики изменения обстановки;

- библиотеку 3D-моделей знаков оперативно-тактической обстановки, которая может применяться при планировании операций в комплексе с трехмерной моделью местности;

- комплекс расчета траекторий движения объектов по реальным условиям местности для подготовки полетных заданий;

- синхронизация карт и снимков;

- выполнение прогнозирования последствий ЧС в результате аварий на радиационно- и химически опасных объектах, а также в результате разрушения накопителей хранилищ промышленных жидких отходов;

- прогнозирование зоны загрязнения производится на основании сведений о рельефе местности и погодных условиях;

- статистический анализ и прогнозирование возникновения ЧС.

На сегодняшний день ГИС получили широкое распространение. Отмечается важность использования таких систем в структурах МЧС, так как помогают решать такие задачи, как:

- получать оперативную обстановку о ЧС;

- определять наиболее кратчайшие и быстрые маршруты движения аварийно-спасательных служб и сил ликвидации ЧС, маршруты эвакуации населения из зоны ЧС;

- определять количество пострадавших от ЧС и, как следствие, необходимое количество сил и средств для оказания помощи;

- прогнозировать развитие ЧС с целью предотвращения или снижения негативного воздействия на население, территорию и окружающую природную среду;

- оценивать материальный и экономический ущерб.

Поверхностный анализ показал, что нет единой системы, единого подхода к решению основных задач структур МЧС. Организации пытаются

самостоятельно решить вопросы, связанные с использованием ГИС. Есть множество наработок, решающих различные задачи, но используются в основном в отдельных организациях. Более того, для работы с картами, для определения зоны ЧС, количества пострадавших, прогнозирования ЧС и оценки материального ущерба необходимы пользователи, обладающие специальными навыками, определенным уровнем подготовки. Часть разработок основано на зарубежном программном обеспечении, что предполагает замену на российские программные аналоги [15, С.11].

Следовательно, необходима разработка специализированного программного обеспечения для всех уровней управления с реализацией основного функционала, не требующего специальных знаний.

1.3 Разработка концептуальной модели ГИС прогнозирования и ликвидации ЧС

Обоснование выбора ГИС – системы. Геоинформационная система QGIS – это свободная бесплатная десктопная географическая информационная система с открытым кодом. С ее помощью можно создавать, редактировать, визуализировать, анализировать и публиковать геопространственную информацию в Windows, Mac, Linux, BSD. Система хорошо документирована на русском языке, плюс у нее обширное русскоязычное сообщество пользователей и разработчиков [19].

Функциональность QGIS определяется большим количеством устанавливаемых расширений, загружаемых через меню «Управление модулями». Можно найти модули под самые разнообразные задачи, от геокодинга, до упрощения геометрии, интеграции с картографическими веб-сервисами и 3D-моделирования ландшафта. Интерфейс приложения дружелюбен и понятен новичку, особенно если иметь представление об общих принципах работы ГИС. Основные объекты, с которыми пользователь работает в ГИС – это слои. Обычный слой представляет собой таблицу, каждой

строке которой соответствуют по одному объекту на карте. В отличие от привычных каждому таблиц в стиле Microsoft Excel кроме атрибутивных данных, таких как, например, наименование объекта недвижимости, арендатора, адреса, площади и т.д., в таблице QGIS есть столбец, по умолчанию скрытый, с так называемой «геометрией» объекта – пространственными данными, позволяющими отобразить на карте объект, описанный в соответствующей строке на рисунке 1.

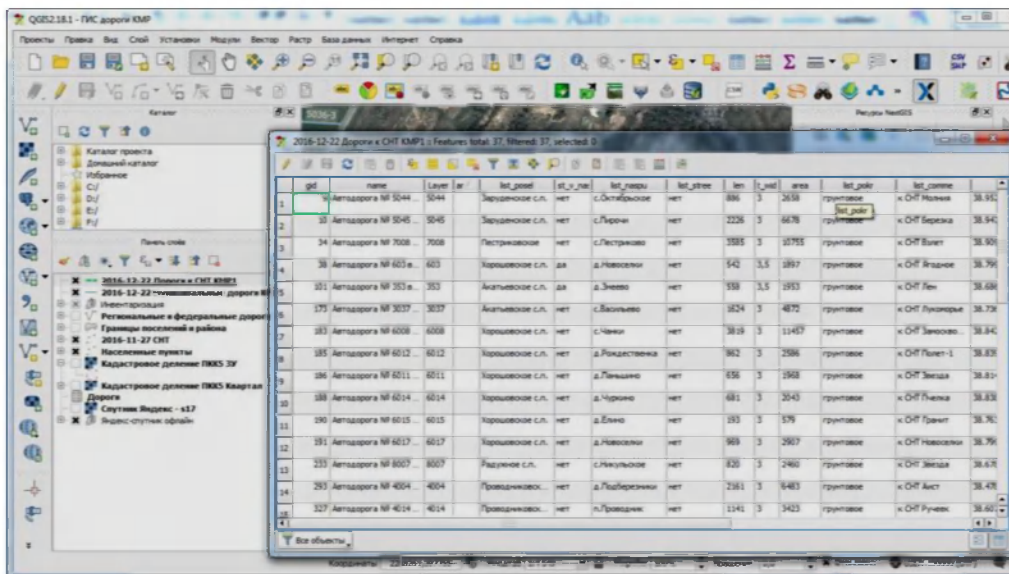


Рисунок 1 – Интерфейс QGIS

В зависимости от типа слоя объектами, которые могут быть разнесены по карте, являются растровые объекты (изображения, например, куски спутниковых снимков) или векторные данные, которые описываются координатам вершин. Существуют три основных типа векторных объектов:

- точки;
- линии, в том числе ломаные;
- полигоны (замкнутые линии площадных объектов).

Пользователю QGIS важно понимать где именно хранятся таблицы, строки которых содержат пространственные данные. В приложении мы формируем проект, в котором создаем новые, или в который затаскиваем ранее созданные или публично доступные таблицы. Это могут быть табличные файлы в разнообразных форматах, таблицы баз данных, созданных QGIS или другими

приложениями, публичные и частные веб-сервисы. В простейшем варианте пользователь создает свои слои в табличных файлах с расширением «.shp» (от англ. Shape – форма, облик) – родном формате QGIS. Один слой (таблица) содержится в одном файле .shp. Если необходимо передать кому-то картографическую информацию для дальнейшей работы, то можно отправить один файл «.shp», хотя во многих случаях целесообразнее запаковать в архив и передать всю папку проекта [18].

Как уже было сказано, для хранения геометрии отводится отдельное поле в таблице слоя. Если его нет в источнике (файле, базе данных, внешнем приложении), то QGIS поможет его создать. Это значит, что можно, например, присоединить в проект выгруженный из Microsoft Excel файл с адресами контрагентов в формате CSV, создать в нем поля геометрии или конвертировать в полноценный слой «.shp» для отображения этих адресов на карте (рисунок 2).

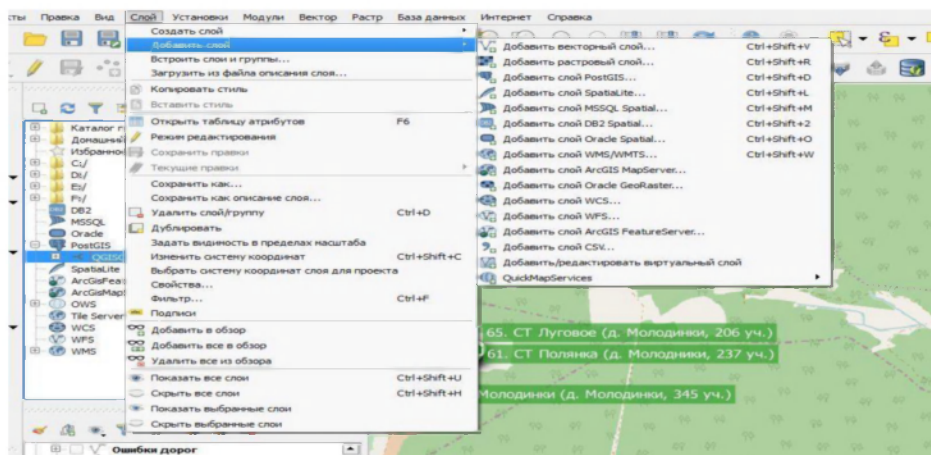


Рисунок 2 – Работа со слоями

QGIS позволяет присоединять в проект файлы таблиц слоев во множестве форматов, например MapInfo, ArcGIS или даже CSV, но как правило, после присоединения я их сразу конвертирую в формат QGIS (.shp), так как при этом появляются дополнительные возможности, особенно в части стилизации. Иногда присоединенные файлы слоев имеют неверную кодировку текста. В этом случае правильную можно выбрать в свойствах слоя. Поскольку файлы не импортируются, а присоединяются в проект, то изменения, которые вносятся в

строки таблицы будут сохраняться в эти же самые файлы. То есть, они станут видны во всех приложениях, использующих эту таблицу, и наоборот.

Загруженные в проект слои по умолчанию защищены от записи и не редактируются, на них нельзя наносить новые объекты, передвигать их, изменять атрибуты и добавлять поля в таблице. Для всего этого необходимо выделить нужный слой и нажать кнопку редактирования. После этого станут доступны соответствующие другие кнопки и опции.

Правки распространяются на выделенный слой и если вы переключились на другой — прежний хотя и останется в режиме редактирования, но нанести на карту новый объект у вас не получится до тех пор, пока вы не выберете редактируемый слой вновь. Излишне напоминать, что надо периодически сохранять изменения редактируемого слоя (или целиком проекта), чтобы их не потерять.

Таблицы с данными и правила их отображения на карте (стили) хранятся и обрабатываются QGIS отдельно. Что такое таблицы мы поняли, теперь необходимо разобраться с тем, что такое стили.

Стиль устанавливается для каждой таблицы. Самое простое, что описывает стиль – это цвета, маркеры и изображения, используемые для отображения объектов таблицы на карте, форматирование и расположение подписей и поля таблицы из которых эти подписи формируются, масштаб при котором отображается слой или подписи. В том числе, с помощью стиля можно легко поставить оформление слоя на карте в зависимости от каких-нибудь полей этой или связанных таблиц. Например, отображать должников и кредиторов на карте разными символами.

Кроме того, можно настроить действия, которые производятся, например, при нажатии на маркер объекта на карте. Если вы желаете щелчком мыши по карте переходить на страницу объекта в закрытой корпоративной сети или запустить некое приложение для обработки объекта – нет проблем.

Существуют специальные веб-сервисы WMS и WFS которые предназначены для передачи картографической информации. Пользователь

использует специальную HTTP ссылку, по которой клиент пользователя (QGIS) запрашивает данные. Сервер отдает данные и они отображаются на мониторе пользователя. В некоторых случаях эти данные можно редактировать и возвращать на сервер. Принципиальная разница между протоколами WMS и WFS заключается в следующем [26, с.255]:

WMS — передает картографическую информацию в виде готовых изображений (растров), привязанных к координатам.

WFS — позволяет запрашивать и при наличии полномочий редактировать на карте векторные пространственные данные, такие как дороги, береговые линии, земельные участки и т.д.

Существует много полезных публичных сервисов для предоставления картографической информации в виде слоев (обычно WMS), доступных по веб-ссылке и напрашивающихся в наши проекты QGIS. Множество из этих сервисов доступны из модуля QGIS «Quick Map Services».

После установки модуля откройте в его настройках вкладку «Загрузить сервисы» и нажмите кнопку «Получить источники данных». Вам станут доступны публичная кадастровая карта, фотопланы от Google и Yandex, лицензионно чистая и, на мой взгляд, наиболее подробная из доступных карт OpenStreetMap (она же OSM), а также еще десятки полезных слоев, которые можно разместить в своем проекте.

Кроме того, некоторые сервисы предоставляют полезную информацию для автоматического анализа. Например, из OSM можно получить все региональные и федеральные дороги на карте с номерами, типами дорог, покрытием и т.д. Геокодинг – замечательное изобретение. Если под рукой есть таблица в Excel с адресами 10000 объектов (например, перечень контрагентов), почему бы их тоже не анализировать на карте.

Для этого в QGIS конвертируем таблицу из CSV-файла в слой .shp (модуль «RuGeocoder»). При этом таблица слоя получит скрытый столбец с геометрией (координатами точек), но он пока будет пуст. Теперь с помощью того же модуля используем процедуру геокодинга, указываем таблицу слоя и ее

поле с адресами, выбираем поставщика услуги. Мой выбор Yandex, поскольку он справляется с адресами на русском языке лучше всех.

Итак, запускаем процедуру геокодинга, ждем в среднем по секунде на каждый из обрабатываемых объектов и получаем всех их, раскиданными по карте. Полезно понимать, что существуют различные системы координат. Их сотни. В геоинформационных системах географические координаты хранятся в градусах и их десятичных долях, а минуты и секунды не используются (например, описание точки с координатами $45^{\circ}34'55''$ северной широты и $15^{\circ}30'0''$ западной долготы будут выглядеть так: 45.581944° , -15.5°).

Нередки случаи, когда из сторонних источников вы получаете слои, поля геометрии которых используют одну из прямоугольных систем координат. Прямоугольные системы активно используют геодезисты и проектировщики — это, так называемые, местные системы координат (МСК). Прямоугольные системы координат предполагают, что земля плоская и все измерения по осям абсцисс и ординат проводятся от конкретной нулевой точки в километрах от нее.

Допущение о плоской планете не позволяет использовать одну местную систему координат по всей Земле, так как уже через несколько сотен километров погрешность становится ощутимой. Зато они незаменимы в случае, когда требуется высокая точность на территории, ограниченной несколькими градусами широты и долготы. Так в Московской области геодезистами используются системы МСК-50 зоны 1 или 2.

QGIS позволяет выбрать систему координат для каждого слоя. То есть в одном проекте могут быть слои с разными системами координат, и они легко конвертируются из одной системы в другую – достаточно сохранить слой в shp-файл или базу данных, выбрав в качестве параметра новую систему. Кроме того, в QGIS можно настроить систему координат в которую будут переводиться все слои проекта при их отображении на экране, а также системы которые будет устанавливаться по умолчанию для новых проектов и слоев в текущем проекте. Информация о системе координат хранится вместе с

таблицей в shp-файле QGIS, и, передавая кому-либо файл слоя, вместе с ним передаются соответствующие настройки. В других источниках слоев, включаемых в проект, информация о системе координат может отсутствовать. Поэтому, если вы получили от кого-либо слой с информацией, которая почему-то не отображается на карте, сделайте следующее – откройте таблицу объектов этого слоя, выделите любую строку и нажмите кнопку перехода к объекту. Если на экране отобразилась Африка или мировой океан, значит, QGIS систему координат распознал неправильно. Уточните у тех, от кого получен источник (файл), в какой системе координат хранятся данные, и установите ее для слоя в QGIS. Если нужной системы координат нет в QGIS, то ее можно ввести самому (Пользовательская система координат) или использовать запрос с наименованием искомой системы плюс, например, «пользовательская система координат QGIS» [20].

2 Проектирование и разработка геоинформационной системы (ГИС ЧС)

2.1 Проектирование информационной системы

При проектировании средств информационного обеспечения локальной ГИС ЧС необходимо определить:

- источники данных;
- средства разработки.

Определение источников данных. Для оперативной работы во время ЧС требуется любая информация объективного контроля. Ведомственная система МЧС должна обеспечивать региональные подразделения всеми необходимыми данными для выполнения своих функций. Однако, может возникнуть ситуация, при которой требуется действовать исходя из имеющейся информации без доступа к средствам централизованного космического и авиационного мониторинга. В таком случае мы можем использовать общедоступные данные ДЗЗ международного сообщества для оценки оперативной обстановки и принятия управленческих решений.

Одним из наиболее полных и постоянно пополняемых архивов спутниковых данных является архив Google Earth Engine.

Google Earth Engine — это облачная платформа для геопространственного анализа данных в планетарных масштабах. Она позволяет использовать огромные вычислительные мощности компании Google для изучения самых разнообразных проблем: потерь лесов, засухи, стихийных бедствий, эпидемий, продовольственной безопасности, управления водными ресурсами, изменения климата и защиты окружающей среды. Чтобы избежать путаницы в названиях, сразу определим, что Google Earth (он же — Google Планета Земля) и Google Earth Engine — это два разных продукта. Первый, не требуя от пользователей особых компьютерных навыков, предназначен для визуализации спутниковых снимков и позволяет путешествовать и исследовать мир, взаимодействуя с виртуальным глобусом. Второй, которому посвящена эта статья, — это, прежде всего, инструмент для анализа данных. Использование Earth Engine

предполагает знание прикладной области и умение писать программный код. Ссылка на официальный сайт проекта [24,с.21].

Google Earth Engine — платформа уникальная, поскольку расширяет возможности не только учёных, занимающихся дистанционным зондированием Земли, но и более широкой аудитории, которой не хватает технических возможностей для использования традиционных инструментов обработки больших данных. До появления Earth Engine анализом больших геоданных могли заниматься лишь узкопрофильные специалисты с доступом к высокопроизводительным вычислительным ресурсам. QGIS поддерживает выполнение сценариев написанных на языке Python что значительно расширяет возможности по обработке данных. На платформе Google Earth Engine можно получить данные от КА Terra и Aqua (прибор MODIS) которые используются для мониторинга возгораний. Таким образом, с учетом выбора средств обеспечения входной информацией информационная системы

2.2 Разработка программного обеспечения

Структурно-функциональная схема ГИС системы. Таким образом, с учетом проведенной работы по анализу источников данных и средств ввода, структурная схема локальной ГИС ЧС в интересах региональных подразделений МЧС представлена на рисунке 3.

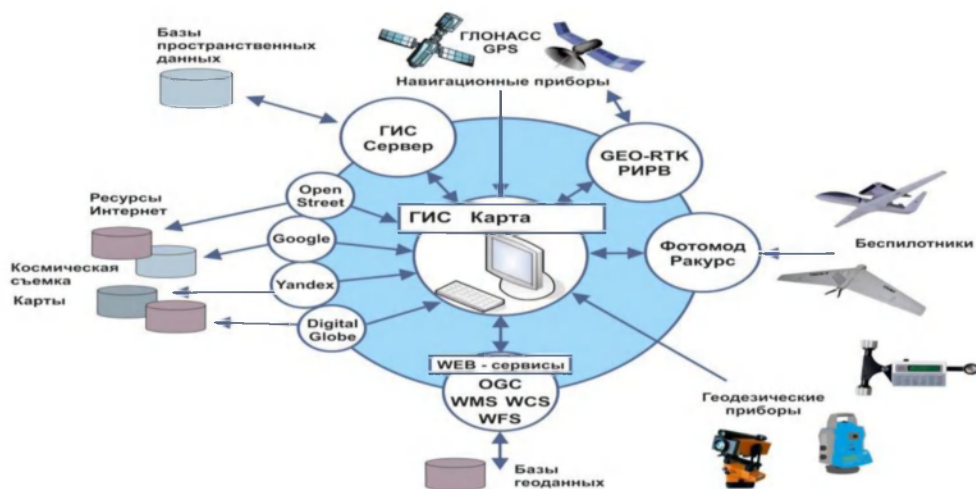


Рисунок 3 – Структурно-функциональная схема ГИС ЧС

В основу формирования структурно-функциональной схемы ГИС ЧС положены следующие идеи:

— должна быть доступна возможность использования всех доступных источников оперативной информации (Данные космической съемки с отечественных и зарубежных КА ДЗЗ, данные от ведомственной системы ГИС МЧС, данные с БПЛА);

— разрабатываемая ГИС должна иметь модульный принцип и возможность наращивания функционала.

Решение задачи прогнозирования и оценки последствий пожаров. В качестве примера решения одной из задач стоящих перед подразделениями МЧС рассмотрим решение задачи мониторинга и своевременного реагирования на лесные и степные пожары. В первую очередь необходимо обеспечить доступ к данным Google Earth Engine. Чтобы подключиться к Google Earth Engine из QGIS, необходимо установить подключаемый модуль Google Earth Engine для QGIS. Для этого в верхнем меню QGIS и нажмите «Дополнения» > «Управление и установка дополнений...». В поле поиска найдите «Google Earth Engine», выбрать плагин и установите его. После установки плагин проверит, аутентифицированы ли вы для использования GEE. Если это еще не так, вам будет предложено пройти аутентификацию с вашими учетными данными (рисунок 4).

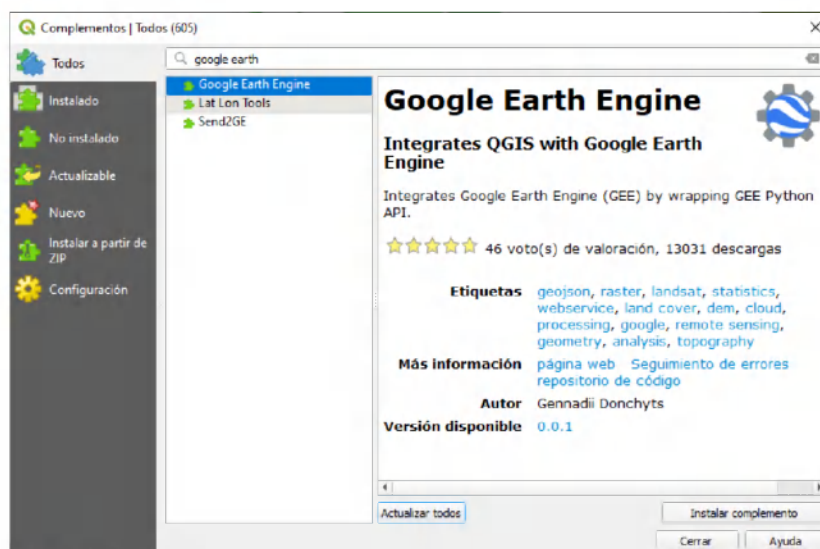


Рисунок 4 – установка плагина Google Earth Engine

Добавление базовых карт в QGIS

Чтобы добавить базовые карты, разработан скрипт на языке Python (скрипт приведен в приложении 1). В результате будет доступен широкий спектр базовых карт, например, OpenStreetMap (рисунок 5).

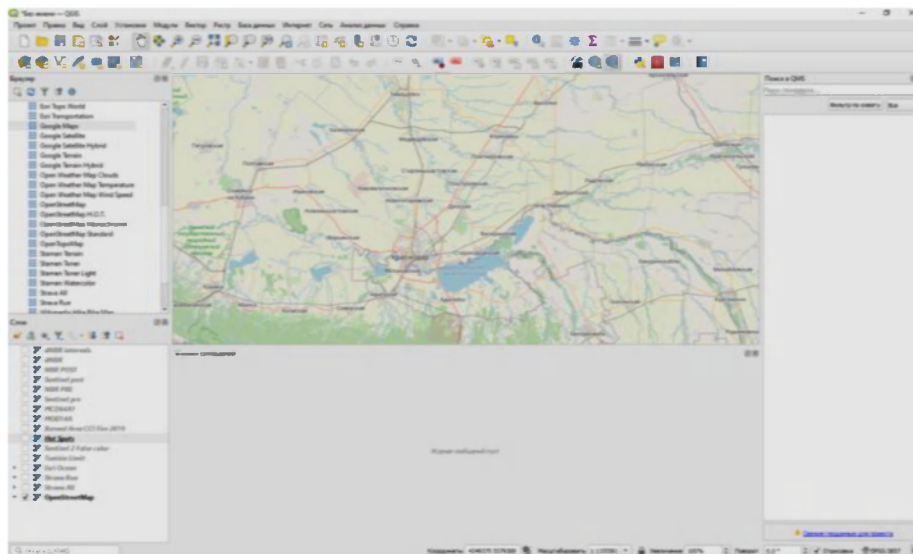


Рисунок 5 – Интерфейс QGIS с загруженными базовыми информационными слоями

Затем необходимо загрузить данные о возгораниях, для этого был написан скрипт на языке Python. В качестве данных используются:

- FireCCI51: продукт MODIS Fire_cci Burned Area Pixel, версия 5.1
- MOD14A1.006: Тепловые аномалии Terra и ежедневные пожары в глобальном масштабе 1 км

- MCD64A1.006 MODIS Площадь выгорания в месяц Глобально 500 м

Набор данных MOD14A1 V6 обеспечивает ежедневные составы противопожарных масок с разрешением 1 км, полученные из 4- и 11-микрометрового излучения MODIS. Стратегия обнаружения пожара основана на абсолютном обнаружении пожара (когда сила огня достаточна для обнаружения) и на обнаружении относительно его фона (для учета изменчивости температуры поверхности и отражения солнечным светом). Продукт различает огонь, отсутствие огня и отсутствие наблюдения. Эта информация используется для мониторинга пространственного и временного

распределения пожаров в различных экосистемах, обнаружения изменений в распределении пожаров и определения новых границ пожаров, лесных пожаров и изменений частоты пожаров или их относительной силы.

Комбинированный продукт данных MCD64A1 Version 6 Burned Area от Terra и Aqua - это ежемесячный продукт с привязкой к глобальной сетке 500 м, содержащий информацию о выжженной площади на пиксель и информацию о качестве. Подход MCD64A1 для картирования выгоревших участков использует изображения отражения поверхности MODIS на 500 м в сочетании с активными наблюдениями за пожарами MODIS на расстоянии 1 км. Алгоритм использует индекс чувствительности к выжиганию растительности (VI) для создания динамических пороговых значений, которые применяются к составным данным. VI получен из полос 5 и 7 поверхностного отражения с поправкой на атмосферу в коротковолновом инфракрасном диапазоне MODIS и мерой временной текстуры. Алгоритм определяет дату горения для 500-метровых ячеек сетки внутри каждого отдельного тайла MODIS. Дата кодируется в одном слое данных как порядковый день календарного года, в который произошло горение.

Пиксельный продукт MODIS Fire_cci Burned Area версии 5.1 (FireCCI51) представляет собой ежемесячный глобальный набор данных с пространственным разрешением ~ 250 м, содержащий информацию о выгоревшей площади, а также дополнительные данные. Он основан на отражательной способности поверхности в ближнем инфракрасном диапазоне (NIR) от прибора MODIS на борту спутника Terra, а также на информации об активном пожаре от того же датчика спутников Terra и Aqua.

Алгоритм выгоревшей области использует двухфазный гибридный подход. На первом этапе обнаруживаются пиксели с высокой вероятностью возгорания (называемые «семенами») на основе активных возгораний. Во втором случае применяется контекстный рост, чтобы полностью обнаружить очаг пожара. Эта фаза роста контролируется адаптивной установкой пороговых значений, при которой пороговые значения вычисляются на основе конкретных

характеристик области, окружающей каждое семя. Переменная, используемая для управления всем процессом обнаружения, - это разница в ближнем ИК-диапазоне между изображениями до и после возгорания.

Набор данных включает для каждого пикселя предполагаемый день первого обнаружения пожара, уровень достоверности этого обнаружения и выжженный земной покров (извлеченный из набора данных ESA CCI Land Cover v2.0.7). Кроме того, предоставляется флаг наблюдения для идентификации пикселей, которые не были обработаны из-за отсутствия достоверных наблюдений или из-за того, что они принадлежат несжигаемому земному покрову [27].

Fire CCI151 был разработан в рамках программы ESA Climate Change Initiative (CCI), а также является частью Copernicus Climate Change Service (C3S). Результаты работы приведены на рисунке 6.

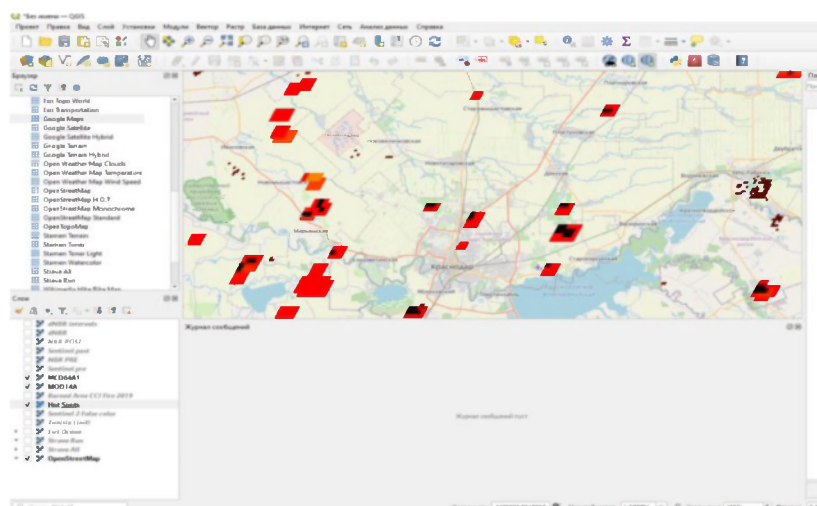


Рисунок 6 – Отображение на карте очагов горения за сутки

Использование рассмотренных инструментов и технологий позволяет за короткое время получить оперативную информацию для принятия решений. Например, куда отправлять БПЛА для более детального наблюдения. Или строить прогноз по распространению очагов опасности.

QGIS предлагает множество функций ГИС, представленных основными функциями и надстройками. Панель локатора упрощает поиск функций, наборов данных и т. д.

2.3 Разработка технической документации проекта.

2.3.1 Назначение программы и выполняемые функции

Просмотр комбинации векторных и растровых данных (в 2D или 3D) в различных форматах и проекциях без преобразования во внутренний или общий формат. Поддерживаемые форматы включают:

Таблицы и представления с пространственной поддержкой, использующие PostGIS, SpatiaLite и MS SQL Spatial, Oracle Spatial, векторные форматы, поддерживаемые установленной библиотекой OGR, включая GeoPackage, ESRI Shapefile, MapInfo, SDTS, GML и многие другие. См. Раздел Работа с векторными данными. Форматы растров и изображений, поддерживаемые установленной библиотекой GDAL (библиотека абстракции геопространственных данных), такие как GeoTIFF, ERDAS IMG, ArcInfo ASCII GRID, JPEG, PNG и многие другие. См. Раздел Работа с растровыми данными.

Данные сетки (поддерживаются TIN и обычные сетки).

Растровые и векторные данные GRASS из баз данных GRASS (местоположение / набор карт). См. Раздел Интеграция с GRASS GIS.

Онлайн-пространственные данные служат веб-службами OGC, включая WMS, WMTS, WCS, WFS и WFS-T. См. Раздел Работа с протоколами OGC / ISO. Инфраструктура аутентификации QGIS помогает вам управлять пользователем / паролем, сертификатами и ключами для веб-сервисов и других ресурсов. Таблицы (ODS / XLSX). Поддерживаются временные данные.

2.3.2 Исследование данных и создание карт

Возможность составлять карты и интерактивно исследовать пространственные данные с помощью удобного графического интерфейса. Многие полезные инструменты, доступные в графическом интерфейсе, включают:

— QGIS браузер

- Перепроецирование «на лету»
- Менеджер БД
- Компоновка страницы
- Отчет
- Панель обзора
- Пространственные закладки
- Инструменты аннотаций
- Определение/выборка объектов
- Редактирование/просмотр/поиск атрибутов
- Маркировка определяемых данными объектов
- Инструменты векторных и растровых символов, определяемых данными
- Составление карты Атласа со слоями сетки
- Стрелка севера, масштабная линейка и метка авторских прав для карт
- Поддержка сохранения и восстановления проектов

Управление данными: создание, редактирование и экспорт. Вы можете создавать, редактировать, управлять и экспортировать векторные и растровые слои в нескольких форматах. QGIS предлагает следующее [23, с.44]:

- Инструменты векторной оцифровки
- Возможность создавать и редактировать файлы различных форматов и векторные слои GRASS.
- Плагин Georeferencer для геокодирования изображений
- Инструменты GPS для импорта и экспорта формата GPX и преобразования других форматов GPS в GPX или загрузки / загрузки непосредственно в устройство GPS (в Linux, usb: был добавлен в список устройств GPS)
- Поддержка визуализации и редактирования данных OpenStreetMap
- Возможность создавать таблицы пространственной базы данных из файлов с помощью плагина DB Manager

- Улучшенная поддержка пространственных баз данных
- Инструменты для управления таблицами атрибутов векторов
- Возможность сохранять скриншоты как изображения с географической привязкой
- Инструмент DXF-Export с расширенными возможностями экспорта стилей и плагинов для выполнения функций, подобных CAD

2.3.3 Анализ данных

Возможность выполнять анализ пространственных данных в пространственных базах данных и других форматах, поддерживаемых OGR. QGIS в настоящее время предлагает инструменты векторного анализа, растрового анализа, выборки, геообработки, геометрии и управления базами данных. Вы также можете использовать интегрированные инструменты GRASS, которые включают полную функциональность GRASS более чем 400 модулей (Раздел Интеграция с GRASS GIS) или можно работать с плагином Processing, который предоставляет мощную среду геопространственного анализа для вызова собственных и сторонних алгоритмов из QGIS, таких как GDAL, SAGA, GRASS, R и других (Раздел Введение). Все функции анализа выполняются в фоновом режиме, что позволяет продолжить работу до завершения обработки. Средство создания графических моделей позволяет объединять / связывать функции в полный рабочий процесс в интуитивно понятной графической среде.

2.3.4 Условия применения

Оборудование, на котором функционирует разрабатываемое ПО, устанавливаемое в отапливаемых помещениях, должно быть работоспособно в условиях воздействующих факторов по группе 1.1 исполнения УХЛ по ГОСТ РВ 20.39.304-98 при воздействии следующих климатических факторов:

- 1) повышенная температура окружающей среды, оС:
 - предельная – плюс 50;
 - рабочая – плюс 40;
- 2) пониженная температура окружающей среды, оС:
 - предельная – минус 40;
 - рабочая – плюс 5;
- 3) повышенная относительная влажность воздуха 80% при температуре +25о С.

К аппаратуре группы 1.1 не предъявляются требования по воздействию факторов:

- 1) синусоидальная вибрация
- 2) механический удар многократного действия
- 3) снеговая нагрузка
- 4) атмосферное пониженное давление
- 5) солнечное излучение
- 6) атмосферные выпадающие осадки
- 7) атмосферные конденсированные осадки
- 8) соляной морской туман
- 9) плесневые грибы
- 10) статическая пыль
- 11) динамическая пыль
- 12) компоненты ракетного топлива
- 13) рабочие растворы
- 14) агрессивные среды

2.3.5 Входные и выходные данные

Входными данными для разработанной ГИС ЧС являются:

- набор данных FireCCI51: продукт MODIS Fire_cci Burned Area Pixel, версия 5.1;

— набор данных MOD14A1.006: Тепловые аномалии Terra и ежедневные пожары в глобальном масштабе 1 км;

— набор данных MCD64A1.006 MODIS Площадь выгорания в месяц Глобально 500 м;

— данные сервиса OpenStreetMap.

Допускается использование дополнительных данных информации оперативного контроля полученных с БПЛА или по результатам оперативного наблюдения. Выходными данными является отображение очагов возгорания, выгоревших территорий на картографической основе.

3 Расчет экономической эффективности внедрения программного обеспечения

Целью диплома является написание программного модуля обработки и отображения картографической информации на цифровой карте местности. Это программное средство должно выполнять следующие функции (задачи):

— загрузка, отображение цифровой карты местности (ЦКМ), прокрутка и зуммирование изображения загруженной цифровой карты местности (с использованием функций существующей библиотеки картографического обеспечения);

— создание, редактирование и сохранение списка стандартных высот для объектов цифровой карты местности (по видам объектов, согласно классификатора условных знаков);

— расчет матрицы превышений на фоне цифровой карты местности (с учетом списка стандартных высот, соответствующих данному участку местности);

— создание и редактирование матрицы корректировок.

Программные средства (ПС) вычислительной техники (ВТ) являются материальными объектами специфической интеллектуальной деятельности специалистов, состоящими из программных документально оформленных проектов, реализующих свои потребительские свойства и качества в составе функционирующих вычислительных систем или систем обработки данных. По стоимости и срокам службы ПС относятся к основным производственным фондам предприятия.

Широкое применение ВТ требует постоянного обновления и совершенствования ПС. Выбор эффективных проектов ПС связан с их экономической оценкой и расчетом экономического эффекта.

Новый программный продукт должен быть не только технически совершенным, но и экономически выгодным. На основе экономической оценки нового программного продукта принимается решение об инвестициях в данный

проект. Отсутствие экономического обоснования и расчетов приводит к экономическим ошибкам в проектировании, созданию неэффективных проектов.

В результате разработки и применения программного модуля обработки и отображения картографической информации на цифровой карте местности экономический эффект достигается за счет экономии трудовых, материальных и финансовых ресурсов по сравнению с базовым вариантом, программного модуля.

Смета затрат и цена программного обеспечения. Определение объема и трудоемкости программного обеспечения (ПО). Объем ПО. Базой для расчета плановой сметы затрат на разработку ПО является объем ПО.

Общий объем (V_0) программного продукта определяется, исходя из количества и объема функций, реализуемых программой [1, с.11]:

$$V_0 = \sum_{i=1}^n V_i \quad (3.1)$$

где, V_i – объем отдельной функции ПО;

n – общее число функций.

Единицы измерения объема ПО. Оценивание объема программного продукта связано с выбором наиболее подходящие единицы измерения размера продукта. В данном дипломном проекте, в качестве единицы измерения объема ПО, используется количество строк исходного кода (Lines Of Code, LOC). Строка исходного кода (LOC) является универсальной метрикой, так как может применяться при создании любых программных продуктов. Расчет объема программного продукта (количества строк исходного кода) предполагает определение типа программного обеспечения, всестороннее техническое обоснование функций ПО и определение объема каждой функции. На стадии технико-экономического обоснования проекта невозможно рассчитать точный объем функций. Могут быть получены только ориентировочные (прогнозные) оценки на основе имеющихся фактических данных по аналогичным проектам,

выполненным ранее, или путем применения действующих нормативов. На основании информации о функциях разрабатываемого ПО согласно каталогу функций определяется объем функций и общий объем ПО, который уточняется (корректируется). Рассчитывается уточненный объем ПО (V_y) [3, с. 144]:

$$V_y = \sum_{j=1}^n V_{yi} \quad (3.2)$$

где, V_{yi} – уточненный объем отдельной функции ПО;

Расчет уточненного объема ПО представлен в таблице 1.

Таблица 3.1- Перечень и объем функций программного модуля

№ функции	Наименование (содержание)	Объем функции (LOC)	
		по каталогу V_i	уточненный V_{yi}
101	Организация ввода информации	150	75
109	Организация ввода / вывода информации в интерактивном режиме	320	250
301	Формирование последовательного файла	290	120
305	Обработка файлов	720	622
309	Формирование файла	1020	571
703	Расчет показателей	460	295
707	Графический вывод результатов	480	325
	Итого:	3440	2258

В связи с использованием более совершенных средств автоматизации общие объемы функций были уменьшены. Уточненный объем ПО (V_y) составил 2258 LOC, общий объем функций по каталогу (V_0) 3440 LOC.

За общий объем (V_0) программного продукта принимаем значение уточненного объема функций, который равен 2258 LOC. Трудоемкость разработки ПО. По уточненному объему ПО и нормативам затрат труда в расчете на единицу объема определяется нормативная и общая трудоемкость разработки ПО.

Нормативная трудоемкость разработки ПО. На основании принятого к расчету объема (V_o) и категории сложности определяется нормативная трудоемкость ПО (T_n), которая уточняется с учетом сложности, новизны проекта и степени использования стандартных модулей при разработке. В данном проекте: $V_o = 2258$, следовательно $T_n = 61$.

Общая трудоемкость разработки ПО. Нормативная трудоемкость T_n служит основой для определения общей трудоемкости (T_o), расчет которой осуществляется в зависимости от размера проекта.

Общая трудоемкость в данном проекте рассчитывается по формуле [22, с.15]:

$$T_o + T_n \times K_c \times K_m \times K_n \quad (3.3)$$

где, K_c – коэффициент, учитывающий сложность ПО;

K_m – поправочный коэффициент, учитывающий степень использования при разработке стандартных модулей;

K_n – коэффициент, учитывающий степень новизны ПО.

Все ПО принято подразделять на три категории сложности, в зависимости от наличия (отсутствия) следующих характеристик [8, с.57]:

- высокий уровень языкового интерфейса с пользователем;
- режим работы в реальном времени;
- управление удаленными объектами;
- машинная графика;
- существенное распараллеливание вычислений;
- переносимость ПО;
- и другие.

Влияние фактора сложности на трудоемкость учитывается умножением нормативной трудоемкости на соответствующий коэффициент сложности. Данный программный модуль обладает 2 категорией сложности. Коэффициент сложности (K_c). Посредством коэффициента сложности учитываются

дополнительные затраты труда, связанные со сложностью разрабатываемого программного продукта. Коэффициент сложности рассчитывается по формуле:

$$K_c = 1 + \sum_{i=1}^n K_i \quad (3.4)$$

где, K_i – коэффициент, соответствующий степени повышения сложности ПО.

В разрабатываемом дипломном проекте K_i за счет наличия у программного модуля одновременно двух характеристик:

- машинная графика;
- обеспечение переносимости ПО.

принимается $K_i = 0,12$.

$$K_c = 1 + 0,12 = 1,12$$

Коэффициент, учитывающий степень использования при разработке ПО стандартных модулей K_m . Степень использования в разрабатываемом ПО стандартных модулей определяется их удельным весом в общем объеме проектируемого продукта. В данном дипломном проекте степень охвата реализуемых функций разрабатываемого ПО стандартными модулями, типовыми программами и ПО до 20%, следовательно $K_m = 0,9$

Коэффициент новизны разрабатываемого ПО (K_n). Сравнение характеристик разрабатываемого ПО с имеющимися аналогами позволяет определить экспертным путем степень его новизны. Разрабатываемый программный модуль является принципиально новым ПО, не имеющим доступных аналогов, в соответствии с вышеизложенным $K_n = 1,0$

$$T_0 = 61 \times 1,12 \times 0,9 \times 1 = 62 \text{ (чел/дн)}$$

Численность исполнителей и срок разработки ПО

На основе общей трудоемкости определяется плановое число разработчиков ($Ч_p$) и плановые сроки, необходимые для реализации проекта в целом (T_p). При этом решаются следующие задачи:

- расчет числа исполнителей при заданных сроках разработки проекта;

– определение сроков разработки проекта при заданной численности исполнителей.

Численность исполнителей проекта

$Ч_p$ рассчитывается по формуле [1, с.73]:

$$Ч_p = \frac{T_o}{T_p \times \Phi_{эф}} \quad (3.5)$$

где: $\Phi_{эф}$ - эффективный фонд времени работы одного работника в течение года (дн.);

T_o - общая трудоемкость разработки проекта (чел./дн.);

T_p - срок разработки проекта (лет).

Срок разработки проекта T_p определяется по формуле [1, с.81]:

$$T_p = \frac{T_o}{Ч_p \times \Phi_{эф}} \quad (3.6)$$

В данном проекте срок разработки проекта установлен 3 месяца, что составляет 0,25 года, следовательно $T_p = 0,25$ года.

Эффективный фонд времени работы одного работника ($\Phi_{эф}$) рассчитывается по формуле:

$$\Phi_{эф} = D_{г} - D_{п} - D_{в} - D_{о} \quad (3.7)$$

где, $D_{г}$ - количество дней в году;

$D_{п}$ - количество праздничных дней в году;

$D_{в}$ - количество выходных дней в году;

$D_{о}$ - количество дней отпуска.

В разрабатываемом проекте будем принимать значения $D_{о} = 32$ дня.

Эффективный фонд времени работы одного работника $\Phi_{эф}$ рассчитывается по формуле: $\Phi_{эф} = 365 - 112 - 32 = 221$ (день)

Численность исполнителей проекта $Ч_p$ рассчитывается по формуле: $Ч_p = 62 / 0,25 \times 221 = 1$ (чел).

Исходные данные для последующих расчетов, а также результаты расчетов объема и трудоемкости разработки программного обеспечения, численность исполнителей и срок разработки сведены в таблицу 2.

Таблица 3.2 - Исходные данные и результаты расчетов

Наименование показателей	Буквенное обозначение	Единицы измерения	Кол-во
Коэффициент новизны	K_n		1,0
Категория сложности			2
Дополнительный коэффициент сложности	K_i		0,12
Поправочный коэффициент, учитывающий использование типовых программ	K_T		0,9
Установленная плановая продолжительность разработки	T_p	год	0,25
Годовой эффективный фонд времени	$\Phi_{эф}$	дней	221
Продолжительность рабочего дня	$T_ч$	ч	8,0
Месячная тарифная ставка 1-го разряда	$T_{м1}$	руб.	100000
Коэффициент премирования	K		1,5
Норматив дополнительной заработной платы	H_d	%	20,0
Ставка отчислений в фонд социальной защиты населения	$H_{сз}$	%	35,0
Ставка чрезвычайного налога	$H_{не}$	%	4,0
Ставка отчислений в фонд занятости	$H_{нз}$	%	1,0
Норматив прочих затрат	$H_{пз}$	%	20,0
Норматив накладных расходов	$H_{рн}$	%	80,0
Уровень рентабельности ПО	$У_{рп}$	%	20,0
Норматив отчислений в местный и республиканский бюджеты	$H_{мп}$	%	3,0
НДС	$H_{дс}$	%	18,0
Норматив расходов на освоение	H_o	%	10,0
Норматив расходов на сопровождение	H_c	%	20,0
Норматив налога на прибыль	$H_{нп}$	%	24,0

Основной статьей расходов на создание ПО является заработная плата разработчиков (исполнителей) проекта, в число которых принято включать инженеров-программистов, участвующих в написании кода, руководителей проекта, системных архитекторов и других. Зарплата руководителей организации и работников вспомогательных служб (инфраструктуры) учитывается в накладных расходах.

Расчет основной заработной платы исполнителей. В разработке данного программного модуля задействован следующий исполнитель: инженер - программист (тарифный разряд – 12; тарифный коэффициент – 2,84; продолжительность участия в разработке – 0,25 года (3 мес.)).

Общая трудоемкость, плановая численность работников и плановые сроки разработки ПО являются базой для расчета основной заработной платы разработчиков проекта.

Месячная тарифная ставка исполнителя (T_M) определяется путем умножения действующей месячной тарифной ставки 1-го разряда (T_{M1}) на тарифный коэффициент (T_K), соответствующий установленному тарифному разряду [1, с.80]:

$$T_M = T_{M1} \times T_K \quad (3.8)$$

Месячная тарифная ставка 1-го разряда (T_{M1}) года составляет 100 000 рублей. Тарифный коэффициент (T_K) – 2,84.

$$T_M = 284\,000 \text{ рублей}$$

Часовая тарифная ставка $T_ч$ рассчитывается путем деления месячной тарифной ставки T_M на установленную при 40-часовой недельной норме рабочего времени расчетную среднемесячную норму рабочего времени (Φ_p):

$$T_ч = T_M / \Phi_p \quad (3.9)$$

где, Φ_p - по году составляет 168,3 часа;

$$T_m = 284\,000 \text{ рублей}$$

$$T_{\text{ч}} = 284\,000 / 168,3 = 1\,688 \text{ (руб.)}$$

Основная заработная плата исполнителя на конкретное ПО рассчитывается по формуле [1, с. 85]:

$$Z_o = \sum_{i=1}^n T_{\text{ч}i} \times T_{\text{ч}} \times \Phi_{\text{п}} \times K \quad (3.10)$$

где, n – количество исполнителей, занятых разработкой конкретного ПО;

$T_{\text{ч}i}$ – часовая тарифная ставка исполнителя (руб.);

$\Phi_{\text{п}}$ – эффективный фонд рабочего времени исполнителя (дней);

$T_{\text{ч}}$ – количество часов работы в день (ч);

K – коэффициент премирования.

$$Z_o = 1 \times 1\,688 \times 62 \times 8 \times 1,5 = 1\,255\,872 \text{ (руб.)}$$

Дополнительная заработная плата на конкретное ПО (Z_d) включает выплаты, предусмотренные законодательством о труде (оплата отпусков, льготных часов, времени выполнения государственных обязанностей и других выплат, не связанных с основной деятельностью исполнителей), и определяется по нормативу в процентах к основной заработной плате:

$$Z_d = \frac{Z_o \times N_d}{100} \quad (3.11)$$

где, Z_d – дополнительная заработная плата исполнителя на конкретное ПО (руб.);

N_d – норматив дополнительной заработной платы.

$$Z_d = (1\,255\,872 \times 20\%)$$

$$(1\,255\,872 \times 20\%) / 100\% = 251\,174 \text{ (руб.)}$$

Отчисления в фонд социальной защиты населения ($Z_{\text{сз}}$) определяются в соответствии с действующими законодательными актами по нормативу в процентном отношении к фонду основной и дополнительной зарплаты

исполнителей, определенной по нормативу, установленному в целом по организации [1, с.101]:

$$З_{сз} = \frac{(З_о + З_д) \times Н_{сз}}{100} \quad (3.12)$$

где, $Н_{сз}$ – норматив отчислений в фонд социальной защиты населения (35%);

$$З_{сз} = ((1\ 255\ 872 + 251\ 174) \times 35\ \% = 527\ 466 \text{ (руб.)}$$

Налоги, рассчитываемые от фонда оплаты труда определяются в соответствии с действующими законодательными актами по нормативам в процентном отношении к сумме всей заработной платы, относимой на ПО (налог, уплачиваемый единым платежом, включая налог на ликвидацию последствий чернобыльской катастрофы и отчисления в фонд занятости ($Н_e$)). Норматив налога, уплачиваемого единым платежом в размере 4% рассчитывается следующим образом: $Н_e = ((1\ 255\ 872 + 251\ 174) \times 4\ \%) / 100\ \% = 60\ 282 \text{ (руб.)}$

Расходы по статье «Материалы» ($М$) определяются на основании сметы затрат, разрабатываемой на ПО с учетом действующих нормативов. По статье «Материалы» отражаются расходы на магнитную носители, перфокарты, бумагу, красящие ленты и другие материалы, необходимые для разработки ПО. Нормы расхода материалов в суммарном выражении ($Н_m$) определяются в расчете на 100 строк исходного кода или по нормативу в процентах к фонду основной заработной платы разработчиков ($Н_{мз}$), который устанавливается организацией. Сумма затрат материалов будет рассчитана следующим образом:

$$М = (1\ 255\ 872 * 3\%)/100\% = 37\ 676 \text{ (руб.)}$$

Расходы по статье «Машинное время» ($Р_m$) включают оплату машинного времени, необходимого для разработки и отладки ПО, которое определяется по нормативам (в машино-часах) на 100 строк исходного кода ($Н_{mv}$) машинного времени в зависимости от характера решаемых задач и типа ПЭВМ:

$$P_m = 2000 \times (2258/100) \times 10 = 440\,000 \text{ (руб.)}$$

Расходы по статье «Прочие затраты» (P_z) на конкретное ПО включают затраты на приобретение и подготовку специальной научно-технической информации и специальной литературы. Определяются по нормативу, разрабатываемому в целом по научной организации, в процентах к основной заработной плате:

$$P_z = (1\,255\,872 \times 20\%) / 100\% = 251\,174 \text{ (руб.)}$$

Затраты по статье «Накладные расходы» (P_n), связанные с необходимостью содержания аппарата управления, вспомогательных хозяйств и опытных (экспериментальных) производств, а также с расходами на общехозяйственные нужды (P_n), относятся на конкретное ПО по нормативу (H_{pn}) в процентном отношении к основной заработной плате исполнителей. Норматив устанавливается в целом по научной организации: $P_n = 1\,255\,872$ рубля.

Общая сумма расходов по всем статьям сметы (себестоимость) (C_n) на ПО рассчитывается по формуле:

$$C_n = Z_0 + Z_d + Z_{сз} + H_e + M + P_m + P_z + P_n \quad (3.13)$$

В итоге $C_n = 4\,079\,516$ рублей.

Рентабельность и прибыль по создаваемому ПО определяются исходя из результатов анализа рыночных условий, переговоров с заказчиком (потребителем) и согласования с ним отпускной цены, включающей дополнительно налог на добавленную стоимость и отчисления в местный и республиканский бюджеты.

В случае разработки ПО для использования внутри организации оценка программного продукта производится по действующим правилам и показателям внутреннего хозрасчета (по ценам, устанавливаемым для расчета за услуги между подразделениями). Прибыль рассчитывается по формуле:

$$Пс = (C_n \times У_{рп}) / 100 \quad (3.14)$$

где, Пс – прибыль от реализации ПО заказчику (тыс. руб.);

Урп – уровень рентабельности ПО (%);

Сп – себестоимость ПО (тыс. руб.)

$$Пс = (4\,079\,516 * 20\%) / 100\% = 815\,903 \text{ (руб.)}$$

Прогнозируемая цена ПО без налогов (Ц_п):

$$Ц_n = C_n + Пс \quad (3.15)$$

$$Ц_n = 4\,895\,419 \text{ рублей}$$

Затраты на освоение ПО (P_о). Организация – разработчик участвует в освоении ПО и несет соответствующие затраты, на которые составляется смета, оплачиваемая заказчиком по договору. Сметой предусматриваются не только затраты (основная и дополнительная зарплата, начисления на зарплату и т.д.), но и налоги, предусмотренные законодательством, и прибыль организации – разработчика. Для упрощения расчетов, до составления сметы, затраты на освоение определяются по нормативу (Н_о = 10%) от себестоимости ПО в расчете на 3 месяца и рассчитываются по формуле:

$$P_o = (C_n \times H_o) / 100 \% \quad (3.16)$$

где, Н_о – норматив расходов на освоение (10%)

$$P_o = (4\,079\,516 * 10\%) / 100\% = 407\,952 \text{ (руб.)}$$

Затраты на сопровождение ПО (P_с). Организация – разработчик осуществляет сопровождение ПО и несет соответствующие расходы, которые оплачиваются заказчиком в соответствии со сметой на освоение ПО. Для упрощения расчетов для составления сметы затраты на сопровождение определяются по установленному нормативу (Н_с = 20%) от себестоимости ПО составят: P_с = (4 079 516 * 20%) / 100% = 815 903 (руб.)

Экономический эффект организации – разработчика. Заказчик оплачивает организации – разработчику всю сумму расходов по проекту, включая прибыль. После уплаты налогов из прибыли в распоряжении заказчика остается чистая прибыль от проекта. Расчет прибыли, остающиеся в распоряжении предприятия, осуществляется по формуле:

$$Пч = Пс - (Пс \times Н_{пп}) / 100 \% \quad (3.17)$$

где, $H_{пп}$ – норматив налога на прибыль (24%).

$$Пч = 815\,903 - (815\,903 \times 24\%) / 100\% = 620\,086 \text{ (руб.)}$$

Чистая прибыль от реализации ПО ($Пч = 620\,086$ руб.) остается организации-разработчику и представляет собой экономический эффект от создания нового программного средства.

Для определения экономического эффекта от использования нового ПС у потребителя необходимо сравнить расходы по всем основным статьями сметы затрат на эксплуатацию нового ПС (расходы на заработную плату с начислениями, затраты на расходные материалы, расходы на машинное время) с расходами по соответствующим статьям базового варианта. Исходные данные для расчета приведены в таблице 3.

Таблица 3 - Исходные данные для расчета экономии ресурсов в связи с применением нового ПО

Наименование показателей	Обозначения	Единицы измерения	Значение показателя		Наименование источника информации
			в базовом варианте	в новом варианте	
1. Капитальные вложения, включая затраты пользователя на приобретение ПО	$K_{пр}$	руб.	-	5 955 252	Прогнозируемая отпускная цена
2. Затраты на освоение ПО	$K_{ос}$	руб.	-	407 952	10% от себестоимости
3. Затраты на сопровождение ПО	K_c	руб.	-	815 903	20% от себестоимости

Продолжение таблицы 3

4. Затраты на укомплектование ВТ техническими средствами в связи с внедрением нового ПО	$K_{тс}$	руб.	-	-	Сметы затрат на внедрение
5. Затраты на пополнение оборотных средств в связи с эксплуатацией нового ПО	$K_{об}$	руб.	-	-	Сметы затрат на внедрение
6. Среднемесячная ЗП одного программиста	$Z_{см}$	руб.	400 000	400 000	Расчетные данные пользователя
7. Коэффициент начислений на зарплату	$K_{нз}$		0,4	0,4	Рассчитывается по данным пользователя
8. Среднемесячное количество рабочих дней	D_p	день	21	21	Принято для расчета
9. Количество типовых задач, решаемых за год	$Z_{т2}$	задача	-	100	План пользователя
10. Объем работ, выполняемых при решении одной задачи	A_0	100 команд	-	22	План пользователя
11. Средняя трудоемкость работ в расчете на 1 задачу	$T_{с1}, T_{с2}$	человеко-часов на 1 задачу	-	2	Рассчитывается по данным пользователя
12. Количество часов работы в день	$T_ч$	ч.	8	8	Принято для расчета
13. Ставка налога на прибыль	$H_{п}$	%	24	24	

При этом за базовый вариант следует принимать аналогичное программное средство, используемое в действующей автоматизированной системе, или ручной вариант, если автоматизация отсутствует. При сравнении базового и нового вариантов ПО в качестве экономического эффекта будет выступать общая экономия всех видов ресурсов относительно базового варианта. Создание нового ПО окажется экономически целесообразным лишь в том случае, если все капитальные затраты окупятся за счет получаемой экономии в ближайшее время (2 лет). Капитальные затраты на приобретение и

использование ПО. Особое значение имеет оценка капитальных затрат на приобретение и использование ПО. Общие капитальные вложения (K_o) заказчика (потребителя), связанные с приобретением, внедрением и использованием ПО, рассчитываются по формуле:

$$K_o = K_{\text{пр}} + K_{\text{ос}} + K_c + K_{\text{тс}} + K_{\text{об}} \quad (3.18)$$

где, $K_{\text{пр}}$ – затраты пользователя на приобретение ПО по отпускной цене разработчика с учетом стоимости услуг по эксплуатации (руб.);

$K_{\text{ос}}$ – затраты пользователя на освоение ПО (руб.);

K_c – затраты пользователя на оплату услуг по сопровождению ПО (руб.);

$K_{\text{тс}}$ – затраты на доукомплектацию ВТ техническими средствами в связи с внедрением нового ПО (руб.);

$K_{\text{об}}$ – затраты на пополнение оборотных средств в связи с использованием нового ПО (руб.)

$$K_o = 5\,955\,252 + 407\,952 + 815\,903 = 7\,179\,107 \text{ (руб.)}$$

При расчете затрат на заработную плату важно правильно выбрать показатели сравниваемых проектов в зависимости от особенности сервиса. В качестве показателей для сравнения базового и проектируемого ПО можно использовать:

- трудоемкость решаемых задач (на основе хронометражных наблюдений и накопленной статистической информации);
- затраты труда на 100 строк исходного кода;
- количество выполнения транзакций в минуту.

Экономия затрат на заработную плату (C_3) при использовании нового ПО в расчете на объем выполненных работ с учетом результатов таблицы 3:

$$C_3 = C_{3e} * A_2, \quad (3.19)$$

где, $C_{зе}$ – экономия затрат на заработную плату при решении задач с использованием нового ПО в расчете на 1 задачу (руб.);

A_2 – объем выполненных работ с использованием нового ПО (задач).

Экономия затрат на заработную плату в расчете на 1 задачу ($C_{зе}$):

$$C_{зе} = \frac{Z_{см} \times \frac{(T_{с1} - T_{с2})}{T_{ч}}}{D_p} \quad (3.20)$$

где, $Z_{см}$ – среднемесячная заработная плата одного программиста (руб.);

$T_{с1}, T_{с2}$ – снижение трудоемкости работ в расчете на 1 задачу (человеко-часов);

$T_{ч}$ – количество часов работы в день (ч);

D_p – среднемесячное количество рабочих дней.

$$C_{зе} = ((400\ 000 * 2)/8)/21 = 4\ 762 \text{ (руб.)}$$

Объем выполняемых работ с использованием нового ПО (100 команд):

$$A_2 = A_0 * Z_{т2} \quad (3.21)$$

$$A_2 = 22 * 100 = 2\ 200 \text{ (100 команд)}$$

Экономия заработной платы при использовании нового ПО (руб.):

$$C_3 = C_{зе} * A_2 \quad (3.22)$$

где, $C_{зе}$ – экономия заработной платы (руб.);

A_2 – объем выполняемых работ с использованием нового ПО (100 команд).

$$C_3 = 4\ 762 * 2\ 200 = 10\ 476\ 400 \text{ (руб.)}$$

Экономия с учетом начисления на зарплату (C_H):

$$C_H = C_3 * K_{НЗ} \quad (3.23)$$

где, C_3 – экономия заработной платы при использовании нового ПО (руб.);

$K_{\text{нз}}$ – коэффициент начислений на зарплату.

$$C_{\text{н}} = 10\,476\,400 * 1,5 = 15\,714\,600 \text{ (руб.)}$$

Общая годовая экономия текущих затрат, связанных с использованием нового ПО (C_0) равна экономии с учетом начисления на зарплату ($C_{\text{н}}$):

$$C_0 = 15\,714\,600 \text{ (руб.)}$$

Внедрение нового ПО позволит пользователю сэкономить на текущих затратах, т.е. практически получить на эту сумму дополнительную прибыль. Для пользователя в качестве экономического эффекта выступает лишь чистая прибыль, остающаяся в его распоряжении ($\Delta\Pi_{\text{ч}}$):

$$\Delta\Pi_{\text{ч}} = C_0 - \frac{C_0 * H_{\text{п}}}{100\%}, \quad (3.24)$$

где, $H_{\text{п}}$ – ставка налога на прибыль (24%).

$$\Delta\Pi_{\text{ч}} = 15\,714\,600 - ((15\,714\,600 * 24\%) / 100\%) = 11\,943\,096 \text{ (руб.)}$$

В процессе использования нового ПО чистая прибыль в конечном итоге возмещает капитальные затраты. Однако полученные при этом суммы результатов (прибыли) и затрат (капитальных вложений) по годам приводят к единому времени – расчетному году (за расчетный год принят 2021 год) путем умножения результатов и затрат за каждый год на коэффициент приведения α_t , который рассчитывается по формуле:

$$\alpha_t = (1 + E_{\text{н}})^{t_p - t} \quad (3.25)$$

где, $E_{\text{н}}$ – норматив приведения разновременных затрат и результатов;

t_p – расчетный год, $t_p=1$;

t – номер года, результаты и затраты которого приводятся к расчетному году.

Норматив приведения разновременных затрат и результатов (E_H) для программных средств в существующей практике принимается равным 0,15, так как E_H по своей сущности очень близок к ставке рефинансирования. Следовательно, при решении данной задачи коэффициентам приведения ($ALFA_t$) по годам будут соответствовать следующие значения:

— расчетный 2021 год:

$$ALFA_1 = (1+0,15)^{1-1}=1;$$

— 2022-й год

$$ALFA_2 = (1+0,15)^{1-2}=0,87;$$

— 2023-й год

$$ALFA_3 = (1+0,15)^{1-3}=0,66;$$

— 2024-й год

$$ALFA_4 = (1+0,15)^{1-4}=0,57;$$

Сведем данные расчета экономического эффекта в таблицу 4.

Таблица 4 - Расчет экономического эффекта от использования нового ПС.

Показатели	Ед. изм.	2022 год	2023 год	2024 год	2025 год
Результаты:					
— прирост прибыли за счет экономии затрат (Π_q)	руб.	11 943 96	11 943 096	11 943 096	11 943 096
— то же с учетом фактора времени	руб.	11 943 096	10 390 494	7 882 443	6 807 565
Затраты:					
— приобретение, адаптация ($K_{пр}$)	руб.	5 955 252	-	-	-
— освоение ПС ($K_{ос}$)	руб.	407 952	-	-	-
— сопровождение ПО (K_c)	руб.	815 903	-	-	-
Всего затрат:	руб.	7 179 107	-	-	-
то же с учетом фактора времени:	руб.	7 179 107	6 245 823	4 738 211	4 092 091
Экономический эффект:					
— превышение рез-та над затратами	руб.	4 763 989	4 144 671	3144232	2 715 474
— то же нарастающим итогом	руб.	4 763 989	5 383 307	6 383 746	6 812 504
Коэффициент приведения	ед.	1,0	0,87	0,66	0,57

Заключение

Разработанное программное обеспечение позволит региональным подразделениям МЧС вести операционную деятельность в случае отсутствия доступа к федеральной ведомственной системе МЧС.

Ведение оперативной обстановки и справочной информации в автоматизированной информационной системе МЧС России на основе использования Web-технологии и карт текущей обстановки реализовано в виде 3-х уровневой иерархической системы Web-слайдов, представляющих собой карты текущей обстановки и презентации, переведенные в формат html и связанные в структурированную систему с использованием гиперссылок. В ходе разработки ГИС ЧС были получены следующие параметры. На первом (верхнем) уровне системы Web-слайдов представлена карта текущей обстановки на территории Российской Федерации. Диалоговое окно карты текущей оперативной обстановки на территории Российской Федерации включает следующие элементы:

- заголовок карты («Карта текущей обстановки на территории Российской Федерации»);
- картооснову территории России с делением на федеральные округа и с нанесенной текущей оперативной обстановкой;
- условные обозначения, используемые для представления текущей обстановки (обозначения техногенных, природных, биолого-социальных чрезвычайных ситуаций, ЧС, произошедших за сутки, и ЧС, находящихся на контроле);
- краткие справочные данные по основным видам ЧС и циклических рисков (природные и техногенные пожары, обнаружение взрывоопасных предметов, дорожно-транспортные происшествия, ЧС на акваториях, подтопления населенных пунктов), произошедшим за сутки, количество погибших, пострадавших, сведения по ущербу от ЧС;
- дата и время обновления представленной информации;

— гиперссылки для перехода на карты г. Туапсе и Туапсинского района;

— сведения о должностном лице ОДС, ответственном за представление данных на карте текущей обстановки на территории Российской Федерации.

Оперативная обстановка отображается на карту текущей обстановки на территории Российской Федерации путем расстановки условных обозначений техногенных, природных и биолого-социальных ЧС совместно со знаками «ЧС, произошедшие за сутки» (красный круг) и «ЧС, находящиеся на контроле» (синий круг). Внутри круга указывается число ЧС, соответствующих ЧС данного типа (с делением «за сутки» и «на контроле»).

Таким образом, на контуре территории региона может быть максимально размещено 6 условных обозначений – возможные комбинации обозначений техногенных, природных и биолого-социальных ЧС, а также знаков «ЧС, произошедшие за сутки» и «ЧС, находящиеся на контроле».

Затраты на разработку программы у разработчика составили 7 179 107 руб. Разработанное ПО позволяет получить значительную экономию трудовых, материальных и финансовых расходов в процессе эксплуатации пользователем по сравнению с базовым вариантом программного модуля обработки и отображения картографической информации на цифровой карте местности. Экономия трудовых ресурсов связана с сокращением трудоемкости выполняемых работ, материальных ресурсов – со снижением расходов на материалы (бумагу, магнитные диски), финансовых – с уменьшением денежных расходов (статьи «прочие затраты», «накладные расходы»). Реализация проекта ПО позволит заказчику снизить трудоемкость решения задач и сократить простой сервиса. Все затраты заказчика окупятся в первом году эксплуатации ПО. Проект представляется эффективным и полезным для заказчика.

Список литературы

1. Аксенова, Е.И. Управление IT-проектами: учеб.пособие. – М.: ИНФРА-М, 2020. – 192 с.
2. Блиновская, Я.Ю. Введение в геоинформационные системы: учеб.пособие. – М.: Инфра-М, Форум, 2018. – 685 с.
3. Берлянт, А.М. Взаимодействие картографии и геоинформатики. – М.: Научный мир, 2020. – 189 с.
4. Бесплатные геоинформационные решения QGIS и NextGIS [Электронный ресурс] URL: <https://habr.com/ru/post/321710> (дата обращения: 10.10.2021)
5. ГИС «Оператор» для силовых структур - <http://www.gisinfo.ru/products/gisoperator11.htm> (дата обращения: 21.10.2021)
6. Информационные технологии и вычислительные системы / под ред. С.В. Емельянова. – М.: Ленанд, 2017. – 100 с.
7. Копылов, И.С., Коноплев, А.В., Ибламинов, Р.Г., Осовецкий, Б.М. Региональные факторы формирования инженерно-геологических условий территории // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ). - Краснодар, 2019. - № 10 (84). – С.201.
8. Копылов, И.С. Научно-методические основы геоэкологических исследований и оценки геологической безопасности городов и объектов с применением дистанционных методов: диссертация доктора геолого-минералогических наук. – Пермь: Авторство, 2019. – 351 с.
9. Полухин, Е.А. Совершенствование системы управления промышленной безопасностью опасных производственных объектов // Пожарная безопасность: проблемы и перспективы. - 2017. - № 1 (8). - С 188.
10. Пискунова С.А. Опасность на карте [Электронный ресурс] URL: <http://www.osp.ru/cw/2012/30/13032793> (дата обращения: 01.11.2021)
11. Поговорим о ГИС [Электронный ресурс]. URL:

<https://habrahabr.ru/post/67144/> (дата обращения: 01.11.2021)

12. Полное руководство по Google Forms [Электронный ресурс]. URL: <http://molyanov.ru/samoe-polnoe-rukovodstvo-po-google-formskotoroe-vy-videli/> (дата обращения: 20.10.2021)

13. Ризаев, И.С. Геоинформационные системы. – К.: КГТУ, 2018. – 140 с.

14. Рыженко, Н.Ю. ГИС – проекты: справочное пособие, 2020. – Петрозаводск: Профиль, 2016. – 302 с.

15. Салимова, Б.Д., Махамов, Б.Р. Перспективы использования системы Макволл для борьбы с селевыми потоками в горных районах //Вестник науки и образования. Нальчик, 2019. – № 22-2 (76). – С.71.

16. Система мониторинга транспорта МЧС России. [Электронный ресурс] URL: - <http://www.nis-glonass.ru/products/transportation-monitoring-system-emercom-of-russia/implemented-projects-for-the-ministry-of-emergency-of-russia> (дата обращения: 20.12.2021)

17. Середович, В.А. Геоинформационные системы: назначение, функции, классификация. Монография. – Новосибирск: СГГА, 2018. – 206 с.

18. Свидзинская, Д.В, Бруй, АС. Основы QGIS [Электронный ресурс]. URL: <https://qgis.org/ru/site/> (дата обращения: 01.10.2021)

19. Справочник CSS [Электронный ресурс]. URL: <http://htmlbook.ru/CSS> (дата обращения: 01.12.2021)

20. Справочник HTML [Электронный ресурс]. URL: <http://htmlbook.ru/HTML> (дата обращения: 05.12.2021)

21. Туляганов, А.Х., Салимова, Б.Д. Расчет дождевых максимумов при проектировании малых водопропускных сооружений (на примере рек предгорья Кавказа) // Школа Науки, 2019. – № 7. – С. 66.

22. Тузовский, А.Ф.: Проектирование и разработка веб-приложений. – Юрайт, 2018. – 220 с.

23. Федотова, Е.Л. Геоинформационные системы: учеб.пособие. – М.: Форум, 2018. – 149 с.

24. Цветков, В.Я. Геоинформационные системы и технологии. – М.: Финансы и статистика, 2018. – 288 с.
25. Шипулин, В.Д. Основные принципы геоинформационных систем: учеб.пособие. – Харьков: ХНАГХ, 2020. – 337 с.
26. Эспозито, Д.: Разработка современных веб-приложений. Анализ предметных областей и технологий – Вильямс, 2017. – 464 с.
27. GIS-Lab [Электронный ресурс]. URL: <http://gis-lab.info/> (дата обращения: 20.09.2021)
28. QGIS [Электронный ресурс]. URL: [https://qgis.org /ru/site/](https://qgis.org/ru/site/) (дата обращения: 01.12.2021)
29. Let'stest [Электронный ресурс] URL: <https://letstest.ru/> (дата обращения: 25.10.2021)
30. Earth Engine от Google - уникальная платформа для анализа больших геоданных [Электронный ресурс]URL: <http://https://habr.com/ru/post/500020>(дата обращения: 20.09.2021)

Приложение

Программный код

```
from
qgis.PyQt
.QtCore
import
QSettings

from qgis.utils import iface

# Sources
sources = []
sources.append(["connections-xyz", "Google
Maps", "", "", "", "https://mt1.google.com/vt/lyrs=m&x=%7Bx%7D&y=%7By%7D&z=
%7Bz%7D", "", "19", "0"])
sources.append(["connections-xyz", "Google Satellite", "", "", "",
"https://mt1.google.com/vt/lyrs=s&x=%7Bx%7D&y=%7By%7D&z=%7Bz%7D", "",
"19", "0"])
sources.append(["connections-xyz", "Google Terrain", "", "", "",
"https://mt1.google.com/vt/lyrs=t&x=%7Bx%7D&y=%7By%7D&z=%7Bz%7D", "",
"19", "0"])
sources.append(["connections-xyz", "Google Terrain Hybrid", "", "", "",
"https://mt1.google.com/vt/lyrs=p&x=%7Bx%7D&y=%7By%7D&z=%7Bz%7D", "",
"19", "0"])
sources.append(["connections-xyz", "Google Satellite Hybrid", "", "", "",
"https://mt1.google.com/vt/lyrs=y&x=%7Bx%7D&y=%7By%7D&z=%7Bz%7D", "",
"19", "0"])
sources.append(["connections-xyz", "Stamen Terrain", "", "", "Map tiles by Stamen
Design, under CC BY 3.0. Data by OpenStreetMap, under ODbL",
"http://tile.stamen.com/terrain/%7Bz%7D/%7Bx%7D/%7By%7D.png", "", "20", "0"])
sources.append(["connections-xyz", "Stamen Toner", "", "", "Map tiles by Stamen
Design, under CC BY 3.0. Data by OpenStreetMap, under ODbL",
"http://tile.stamen.com/toner/%7Bz%7D/%7Bx%7D/%7By%7D.png", "", "20", "0"])
sources.append(["connections-xyz", "Stamen Toner Light", "", "", "Map tiles by
Stamen Design, under CC BY 3.0. Data by OpenStreetMap, under ODbL",
"http://tile.stamen.com/toner-lite/%7Bz%7D/%7Bx%7D/%7By%7D.png", "", "20",
"0"])
sources.append(["connections-xyz", "Stamen Watercolor", "", "", "Map tiles by
Stamen Design, under CC BY 3.0. Data by OpenStreetMap, under ODbL",
"http://tile.stamen.com/watercolor/%7Bz%7D/%7Bx%7D/%7By%7D.jpg", "", "18",
"0"])
sources.append(["connections-xyz", "Wikimedia Map", "", "", "OpenStreetMap
contributors, under ODbL", "https://maps.wikimedia.org/osm-
intl/%7Bz%7D/%7Bx%7D/%7By%7D.png", "", "20", "1"])
sources.append(["connections-xyz", "Wikimedia Hike Bike Map", "", "",
"OpenStreetMap contributors, under ODbL",
"http://tiles.wmflabs.org/hikebike/%7Bz%7D/%7Bx%7D/%7By%7D.png", "", "17",
```



```

"1"])
sources.append(["connections-xyz", "Esri Boundaries Places", "", "", "",
"https://server.arcgisonline.com/ArcGIS/rest/services/Reference/World_Boundaries_and_Places/MapServer/tile/%7Bz%7D/%7By%7D/%7Bx%7D", "", "20", "0"])
sources.append(["connections-xyz", "Esri Gray (dark)", "", "", "",
"http://services.arcgisonline.com/ArcGIS/rest/services/Canvas/World_Dark_Gray_Base/MapServer/tile/%7Bz%7D/%7By%7D/%7Bx%7D", "", "16", "0"])
sources.append(["connections-xyz", "Esri Gray (light)", "", "", "",
"http://services.arcgisonline.com/ArcGIS/rest/services/Canvas/World_Light_Gray_Base/MapServer/tile/%7Bz%7D/%7By%7D/%7Bx%7D", "", "16", "0"])
sources.append(["connections-xyz", "Esri National Geographic", "", "", "",
"http://services.arcgisonline.com/ArcGIS/rest/services/NatGeo_World_Map/MapServer/tile/%7Bz%7D/%7By%7D/%7Bx%7D", "", "12", "0"])
sources.append(["connections-xyz", "Esri Ocean", "", "", "",
"https://services.arcgisonline.com/ArcGIS/rest/services/Ocean/World_Ocean_Base/MapServer/tile/%7Bz%7D/%7By%7D/%7Bx%7D", "", "10", "0"])
sources.append(["connections-xyz", "Esri Satellite", "", "", "",
"https://server.arcgisonline.com/ArcGIS/rest/services/World_Imagery/MapServer/tile/%7Bz%7D/%7By%7D/%7Bx%7D", "", "17", "0"])
sources.append(["connections-xyz", "Esri Standard", "", "", "",
"https://server.arcgisonline.com/ArcGIS/rest/services/World_Street_Map/MapServer/tile/%7Bz%7D/%7By%7D/%7Bx%7D", "", "17", "0"])
sources.append(["connections-xyz", "Esri Terrain", "", "", "",
"https://server.arcgisonline.com/ArcGIS/rest/services/World_Terrain_Base/MapServer/tile/%7Bz%7D/%7By%7D/%7Bx%7D", "", "13", "0"])
sources.append(["connections-xyz", "Esri Transportation", "", "", "",
"https://server.arcgisonline.com/ArcGIS/rest/services/Reference/World_Transportation/MapServer/tile/%7Bz%7D/%7By%7D/%7Bx%7D", "", "20", "0"])
sources.append(["connections-xyz", "Esri Topo World", "", "", "",
"http://services.arcgisonline.com/ArcGIS/rest/services/World_Topo_Map/MapServer/tile/%7Bz%7D/%7By%7D/%7Bx%7D", "", "20", "0"])
sources.append(["connections-xyz", "OpenStreetMap Standard", "", "",
"OpenStreetMap contributors, CC-BY-SA",
"http://tile.openstreetmap.org/%7Bz%7D/%7Bx%7D/%7By%7D.png", "", "19", "0"])
sources.append(["connections-xyz", "OpenStreetMap H.O.T.", "", "", "OpenStreetMap contributors, CC-BY-SA",
"http://tile.openstreetmap.fr/hot/%7Bz%7D/%7Bx%7D/%7By%7D.png", "", "19", "0"])
sources.append(["connections-xyz", "OpenStreetMap Monochrome", "", "",
"OpenStreetMap contributors, CC-BY-SA", "http://tiles.wmflabs.org/bw-mapnik/%7Bz%7D/%7Bx%7D/%7By%7D.png", "", "19", "0"])
sources.append(["connections-xyz", "Strava All", "", "", "OpenStreetMap contributors, CC-BY-SA", "https://heatmap-external-b.strava.com/tiles/all/bluered/%7Bz%7D/%7Bx%7D/%7By%7D.png", "", "15", "0"])
sources.append(["connections-xyz", "Strava Run", "", "", "OpenStreetMap contributors, CC-BY-SA", "https://heatmap-external-b.strava.com/tiles/run/bluered/%7Bz%7D/%7Bx%7D/%7By%7D.png?v=19", "", "15", "0"])

```

```

sources.append(["connections-xyz", "Open Weather Map Temperature", "", "", "Map
tiles by OpenWeatherMap, under CC BY-SA 4.0",
"http://tile.openweathermap.org/map/temp_new/%7Bz%7D/%7Bx%7D/%7By%7D.p
ng?APPID=1c3e4ef8e25596946ee1f3846b53218a", "", "19", "0"])
sources.append(["connections-xyz", "Open Weather Map Clouds", "", "", "Map tiles by
OpenWeatherMap, under CC BY-SA 4.0",
"http://tile.openweathermap.org/map/clouds_new/%7Bz%7D/%7Bx%7D/%7By%7D.
png?APPID=ef3c5137f6c31db50c4c6f1ce4e7e9dd", "", "19", "0"])
sources.append(["connections-xyz", "Open Weather Map Wind Speed", "", "", "Map
tiles by OpenWeatherMap, under CC BY-SA 4.0",
"http://tile.openweathermap.org/map/wind_new/%7Bz%7D/%7Bx%7D/%7By%7D.p
ng?APPID=f9d0069aa69438d52276ae25c1ee9893", "", "19", "0"])
sources.append(["connections-xyz", "CartoDb Dark Matter", "", "", "Map tiles by
CartoDB, under CC BY 3.0. Data by OpenStreetMap, under ODbL.",
"http://basemaps.cartocdn.com/dark_all/%7Bz%7D/%7Bx%7D/%7By%7D.png", "",
"20", "0"])
sources.append(["connections-xyz", "CartoDb Positron", "", "", "Map tiles by
CartoDB, under CC BY 3.0. Data by OpenStreetMap, under ODbL.",
"http://basemaps.cartocdn.com/light_all/%7Bz%7D/%7Bx%7D/%7By%7D.png", "",
"20", "0"])
sources.append(["connections-xyz", "Bing VirtualEarth", "", "", "",
"http://ecn.t3.tiles.virtualearth.net/tiles/a{q}.jpeg?g=1", "", "19", "1"])
# Add sources to browser
for source in sources:
    connectionType = source[0]
    connectionName = source[1]
    QSettings().setValue("qgis/%s/%s/authcfg" % (connectionType, connectionName),
source[2])
    QSettings().setValue("qgis/%s/%s/password" % (connectionType,
connectionName), source[3])
    QSettings().setValue("qgis/%s/%s/referer" % (connectionType, connectionName),
source[4])
    QSettings().setValue("qgis/%s/%s/url" % (connectionType, connectionName),
source[5])
    QSettings().setValue("qgis/%s/%s/username" % (connectionType,
connectionName), source[6])
    QSettings().setValue("qgis/%s/%s/zmax" % (connectionType, connectionName),
source[7])
    QSettings().setValue("qgis/%s/%s/zmin" % (connectionType, connectionName),
source[8])
# Update GUI
iface.reloadConnections()

```

```

import
ee

```

```

from ee_plugin import Map

```

```

# This funtion add feature of theastudy area =(Tunisia)
countries = ee.FeatureCollection("USDOS/LSIB_SIMPLE/2017")
TUN = countries.filter(ee.Filter.eq('country_na', 'Tunisia'))

# Create an empty image into which to paint the features, cast to byte.
empty = ee.Image().byte()

# Paint all the polygon edges with the same number and 'width', display.
outline = empty.paint(**{
  'featureCollection': TUN,
  'color': 1,
  'width': 1.5
})
Map.addLayer(outline, {'palette': 'FF0000'}, 'Tunisia Limit')

# set Map center using coordinates and zoom
Map.setCenter(9.346, 35.032, 6)

# This funtion add a Sentinel 2 imagen
imagen = ee.ImageCollection('COPERNICUS/S2') \
  .filterBounds(TUN) \
  .filterDate('2020-04-15', '2020-08-19').median() \
  .divide(10000) \
  .select(
    ['B1', 'B2', 'B3', 'B4', 'B5', 'B6', 'B7', 'B8', 'B8A', 'B11', 'B12'],
    ['B01', 'B02', 'B03', 'B04', 'B05', 'B06', 'B07', 'B08', 'B08A', 'B11', 'B12']
  )
vis = {'bands': ['B12', 'B08', 'B04'], 'min': 0.05, 'max': 0.5}
Map.addLayer(imagen, vis, 'Sentinel 2 False color')
Map.setCenter(8.7107, 35.2061, 15)

# This function gets FIRMS from MODIS imagery.
collection = ee.ImageCollection('FIRMS')\
  .filterBounds(TUN) \
  .select('T21')\
  .filterDate('2020-04-15', '2020-08-20')\

band_viz = {
  'min': 325,
  'max': 400,
  'palette': ['red', 'orange', 'yellow']
}

```

```
Map.addLayer(collection.mean(), band_viz, 'Hot Spots')
```

```
##This funtion Visualize the burn area of FireCCI51 for the year 2019  
dataset = ee.ImageCollection('ESA/CCI/FireCCI/5_1')\  
    .filterDate('2019-01-01', '2019-12-30')\  
burnedArea = dataset.select('BurnDate')
```

```
##Use a circular palette to assign colors to date of first detection  
baVis = {  
  'min': 1,  
  'max': 366,  
  'palette': [  
    'ff0000', 'fd4100', 'fb8200', 'f9c400', 'f2ff00', 'b6ff05',  
    '7aff0a', '3eff0f', '02ff15', '00ff55', '00ff99', '00ffdd',  
    '00ddff', '0098ff', '0052ff', '0210ff', '3a0dfb', '7209f6',  
    'a905f1', 'e102ed', 'ff00cc', 'ff0089', 'ff0047', 'ff0004'  
  ]  
};  
maxBA = burnedArea.max()  
Map.addLayer(maxBA, baVis, 'Burned Area CCI Fire 2019')
```

```
#MCD64A1.006 MODIS Burned Area Monthly Global 500m  
collection2 = ee.ImageCollection('MODIS/006/MOD14A1')\  
    .filterDate('2020-04-15', '2020-08-20')
```

```
fireMaskVis = {  
  'min': 0.0,  
  'max': 6000.0,  
  'bands': ['MaxFRP', 'FireMask', 'FireMask']  
}
```

```
Map.addLayer(collection2.mean(), fireMaskVis, 'MOD14A')
```

```
##This funtion add a MCD64A1.006 MODIS Burned Area Monthly Global 500m  
collection3 = ee.ImageCollection('MODIS/006/MCD64A1')\  
    .select('BurnDate')\  
    .filterDate('2020-01-01', '2020-06-01')\  
fireMaskVis2 = {  
  'min': 30.0,  
  'max': 341.0,  
  'palette': ['4e0400', '951003', 'c61503', 'ff1901']  
}
```

```
Map.addLayer(collection3.mean(), fireMaskVis2, 'MCD64A1')
```

```
# This function gets pre NBR from Sentinel 2 imagery.  
imagen1 = ee.ImageCollection('COPERNICUS/S2') \  
  .filterBounds(TUN) \  
  .filterDate('2020-04-22', '2020-05-23').median() \  
  .divide(10000) \  
  .select(  
    ['B1', 'B2', 'B3', 'B4', 'B5', 'B6', 'B7', 'B8', 'B8A', 'B11', 'B12'],  
    ['B01', 'B02', 'B03', 'B04', 'B05', 'B06', 'B07', 'B08', 'B08A', 'B11', 'B12']  
  )  
vis2 = {'bands': ['B12', 'B08', 'B04'], 'min': 0.05, 'max': 0.5}  
Map.addLayer(imagen1, vis2, 'Sentinel pre')
```

```
# Compute NBR from the pre scene.  
nbr1 = imagen1.select('B08').subtract(imagen1.select('B11')) \  
  .divide(imagen1.select('B08').add(imagen1.select('B11')))
```

```
nbrParams = {'palette': ['#d73027', '#f46d43', '#fdae61',  
  '#fee08b', '#d9ef8b', '#a6d96a', '#66bd63', '#1a9850']}
```

```
Map.addLayer(nbr1, nbrParams, 'NBR PRE')  
# This function gets the post NBR from Sentinel 2 imagery.  
imagen2 = ee.ImageCollection('COPERNICUS/S2') \  
  .filterBounds(TUN) \  
  .filterDate('2020-07-01', '2020-07-23').median() \  
  .divide(10000) \  
  .select(  
    ['B1', 'B2', 'B3', 'B4', 'B5', 'B6', 'B7', 'B8', 'B8A', 'B11', 'B12'],  
    ['B01', 'B02', 'B03', 'B04', 'B05', 'B06', 'B07', 'B08', 'B08A', 'B11', 'B12']  
  )  
vis3 = {'bands': ['B12', 'B08', 'B04'], 'min': 0.05, 'max': 0.5}  
Map.addLayer(imagen2, vis3, 'Sentinel post')
```

```
# Compute NBR from the pre scene.  
nbr2 = imagen2.select('B08').subtract(imagen2.select('B11')) \  
  .divide(imagen2.select('B08').add(imagen2.select('B11')))
```

```
nbrParams2 = {'palette': ['#d73027', '#f46d43', '#fdae61',  
  '#fee08b', '#d9ef8b', '#a6d96a', '#66bd63', '#1a9850']}
```

```

Map.addLayer(nbr2, nbrParams2, 'NBR POST')
# Compute the difference burn index dNBR image.

dNBRDifference = (nbr2.subtract(nbr1)).multiply(1000)
difParams = {'min': -2000, 'max': 2000, 'palette': ['ffffff', 'FF0000', 'ff641b', 'ffaf38',
'fff70b', '0ae042', 'acbe4d', '7a8737' ]}

Map.addLayer(dNBRDifference, difParams, 'dNBR')

# Define an Severity style of discrete intervals to apply to the image.

sld_intervals = \
'<RasterSymbolizer>' + \
'<ColorMap type="intervals" extended="false" >' + \
'<ColorMapEntry color="#ffffff" quantity="-500" label="-500"/>' + \
'<ColorMapEntry color="#7a8737" quantity="-250" label="-250" />' + \
'<ColorMapEntry color="#acbe4d" quantity="-100" label="-100" />' + \
'<ColorMapEntry color="#0ae042" quantity="100" label="100" />' + \
'<ColorMapEntry color="#fff70b" quantity="270" label="270" />' + \
'<ColorMapEntry color="#ffaf38" quantity="440" label="440" />' + \
'<ColorMapEntry color="#ff641b" quantity="660" label="660" />' + \
'<ColorMapEntry color="#FF0000" quantity="2000" label="2000" />' + \
'</ColorMap>' + \
'</RasterSymbolizer>';
# Add the image to the map using the color interval schemes.
Map.addLayer(dNBRDifference.sldStyle(sld_intervals), {}, 'dNBR intervals');

```