

А. В. Данеев¹, Р. А. Данеев², И.А. Диомидов¹

¹ Иркутский государственный университет путей сообщения, г. Иркутск, Российская Федерация

² Восточно-Сибирский институт МВД России, г. Иркутск, Российская Федерация

РАЗРАБОТКА ГЕОИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ В СФЕРЕ ЛЕСОУСТРОЙСТВА

Аннотация. В данной работе обсуждается геоинформационная система для предприятия в сфере лесоустройства, сделана в виде Web-приложения Blazor Server. В результате была разработана схема базы данных, в которой хранится вся используемая информация, был спроектирован интерфейс и разработано само web-приложение. В нем были реализованы все требуемые функциональные требования, отображение снимков, показ снимков по видам съемки, подсчет площади покрытия по лесничествам. Для работы с приложением необходим только браузер. Так как вся логика приложения выполняется на стороне сервера, то требования к пользовательскому компьютеру крайне невысокие. В дальнейшем данное приложение планируется использовать как платформа, на базе которой можно расширять и дополнять уже существующее приложение..

Ключевые слова: геоинформационная система, лесоустройство, web-приложение, хранение информации.

A.V. Daneev¹, R.A. Daneev², I.A Diomidov¹

¹ Irkutsk State Transport University, Irkutsk, Russian Federation

² East Siberian Institute of the Ministry of Internal Affairs of Russia, Irkutsk, Russian Federation

DEVELOPMENT OF A GEOINFORMATION SYSTEM IN THE FIELD OF FORESTRY

Abstract. This paper discusses a geographic information system for an enterprise in the field of forest management, made in the form of a Blazor Server web application. As a result, a database schema was developed, in which all used information is stored, an interface was designed, and the web application itself was developed. All the required functional requirements were implemented in it, displaying images, displaying images by type of survey, calculating the coverage area by forestry. To work with the application you only need a browser. Since all application logic is executed on the server side, the requirements for the user's computer are extremely low. In the future, this application is planned to be used as a platform on the basis of which it is possible to expand and supplement an existing application.

Key words: geoinformation system, forest management, web-application, information storage..

В настоящее время для мониторинга состояния лесного фонда активно применяются разнообразные средства и методы дистанционного зондирования Земли. На основе данных, полученных с съемочной аппаратуры этих средств мониторинга - космические спутники, авиация - можно составить подробную картину о состоянии местности.

Достоверность и качество полученной информации зависит от качественных характеристик съемочной аппаратуры, а также методов извлечения информации из данных дистанционного зондирования. На данный момент, наиболее перспективными можно отметить космические средства мониторинга. Это спутники с аппаратурой, способной вести фото-съемку в различных диапазонах частот электромагнитного излучения. Уже существуют семейства спутников, которые позволяют решать разнообразные задачи, в том числе и задачу анализа состояния растительности на земной поверхности.

В соответствии со статьёй 90 пункт 3 Лесного кодекса [1], государственная инвентаризация лесов космическим способом проводится в отношении лесов, расположенных на землях лесного фонда и землях иных категорий. Космический мониторинг, в частности широко применяется для обеспечения пожарной опасности лесного фонда Российской Федерации, который является составной частью государственной инвентаризации лесов и, в соответствии с Постановлением Правительства РФ от 26 июня 2007 Г. N 407 "О проведении государственной инвентаризации лесов", его основной задачей является выявление и учёт изменений состояния лесов, происходящих в результате негативных воздействий лесных пожаров и анализ причин их возникновения (рис. 1). При этом результаты мониторинга могут исполь-

зоваться для контроля лесозаготовительных работ, лесопожарной обстановки, оценки эффективности мероприятий по охране лесов от незаконных рубок, от пожаров и их тушению и соответствие этих мероприятий лесному плану субъекта Российской Федерации, лесохозяйственному регламенту и проекту освоения лесов, повышения качества планирования мероприятий и оптимизации затрат на их проведение, поддержка управленческих решений при выполнении мероприятий, в том числе повышение безопасности работ, связанных с охраной лесов от пожаров. Проблемам космического мониторинга посвящено большое количество научных работ [2-4].

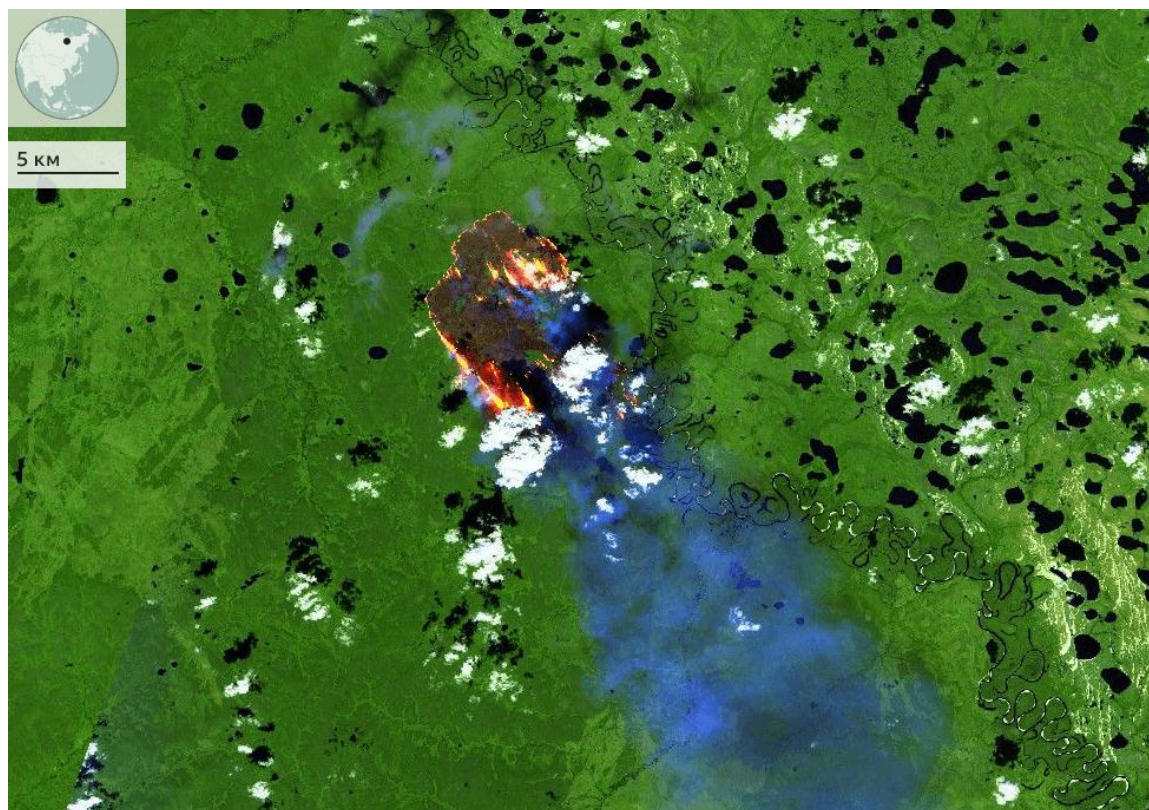


Рис. 1. Снимок с космического аппарата реального лесного пожара

Предоставляемые спутниками данные о местности качественно меняют сам процесс мониторинга состояния лесного фонда. Увеличивается объем и разнообразие получаемой информации, из-за чего возникает естественная потребность в информатизации процессов.

Одной из задач информатизации является задача организация хранилища данных спутникового мониторинга и создания его динамического визуального представления. В статье обсуждается создание хранилища спутниковых данных и результатов обработки этих данных, а также создание приложения, предоставляющее визуальное представление текущих данных внутри хранилища. В этом приложении в качестве фреймворка, ответственного за визуальное представление, используется Blazor. Это современная разработка компании Microsoft, которая позволяет разрабатывать Web-интерфейсы на языке программирования C#, вместо общепринятого для таких случаев Javascript. Blazor имеет две модели размещения, Blazor Server и Blazor WebAssembly, каждая со своими достоинствами и недостатками.

Blazor WebAssembly наиболее простая схема размещения, где вся программа с зависимостями скачивается браузером, и работает в потоке пользовательского интерфейса с использованием технологии WebAssembly.

При использовании модели размещения Blazor Server приложение выполняется на сервере внутри ASP.NET Core (рис. 2). На стороне клиента происходит отображение и вызовы Javascript. Обработка всех событий и обновление пользовательского интерфейса происходит при использовании SignalR соединения.

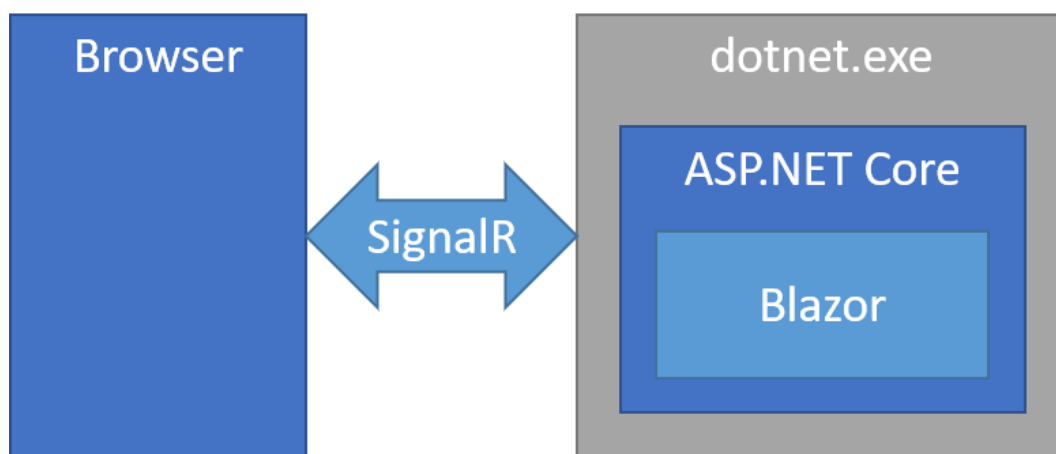


Рис. 2. Модель размещения Blazor Server

Само по себе приложение ориентировано на сервер, там находится база данных и сами снимки. Сервер будет использоваться мощнее, чем обычная машина клиента, что тоже существенный плюс для приложения.

В качестве модуля, ответственного за хранение информации о имеющихся спутниковых данных, будет использоваться база данных PostgreSQL. Вместе с этой базой данных будет использоваться плагин PostGIS, упрощающий работу с геоданными и расширяющий возможности базы данных по эксплуатации. Плагин PostGIS во многом базируется на возможностях библиотеки GDAL. Использование такой базы данных позволяет при помощи SQL запросов получать разнообразную статистику, при том и вычисляемую на основе геоданных.

Рассматриваемое приложение было разработано для использования внутри подразделений лесной отрасли, использующих космическую съемку в целях получения самой различной информации о состоянии лесного фонда. До разработки приложения снимки получались и обрабатывались в ручном режиме. Часть из них берется из общедоступных хранилищ через специальные web-приложения. Пример таких снимков, это, например, изображения со спутников Sentinel-2, запущенных европейским космическим агентством (ESA) в рамках программы “Коперник” (рис. 3).

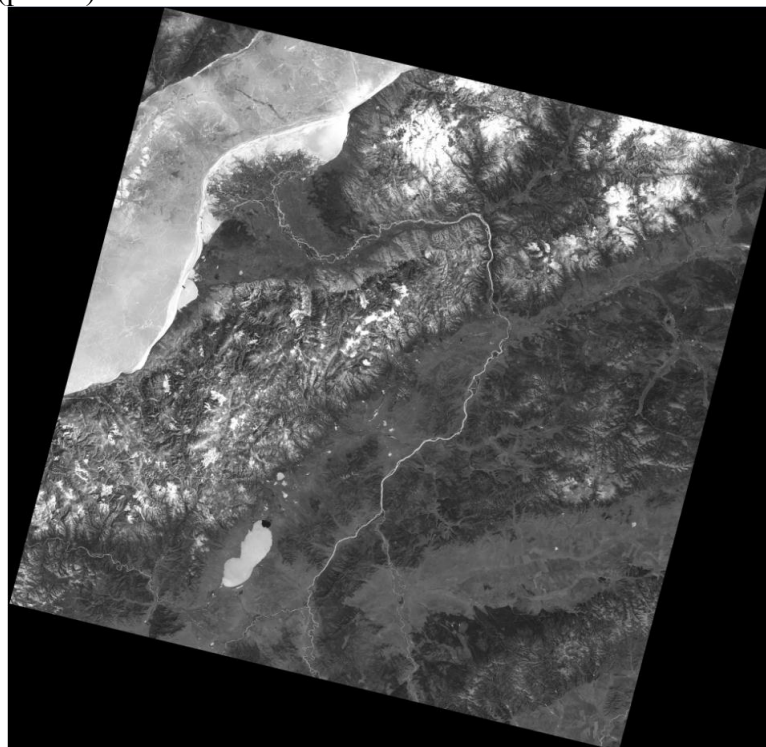


Рис. 3. Изображение со спутника Landsat-8, 8 канал, июль 2019, Прибайкальское лесничество

Над этими изображениями производятся различные преобразования, цветокоррекция, создание композитных изображений из разновременных снимков, с целью выявления изменений лесного покрова (рис. 4).

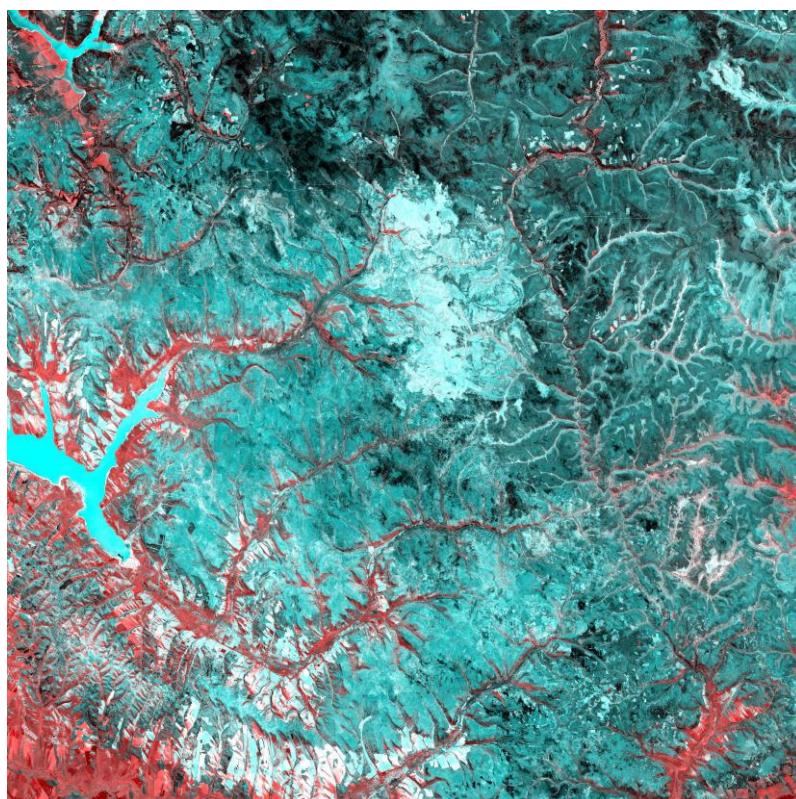


Рис. 4. Композитное изображение из пар разновременных снимков с спутников Sentinel (май и апрель)

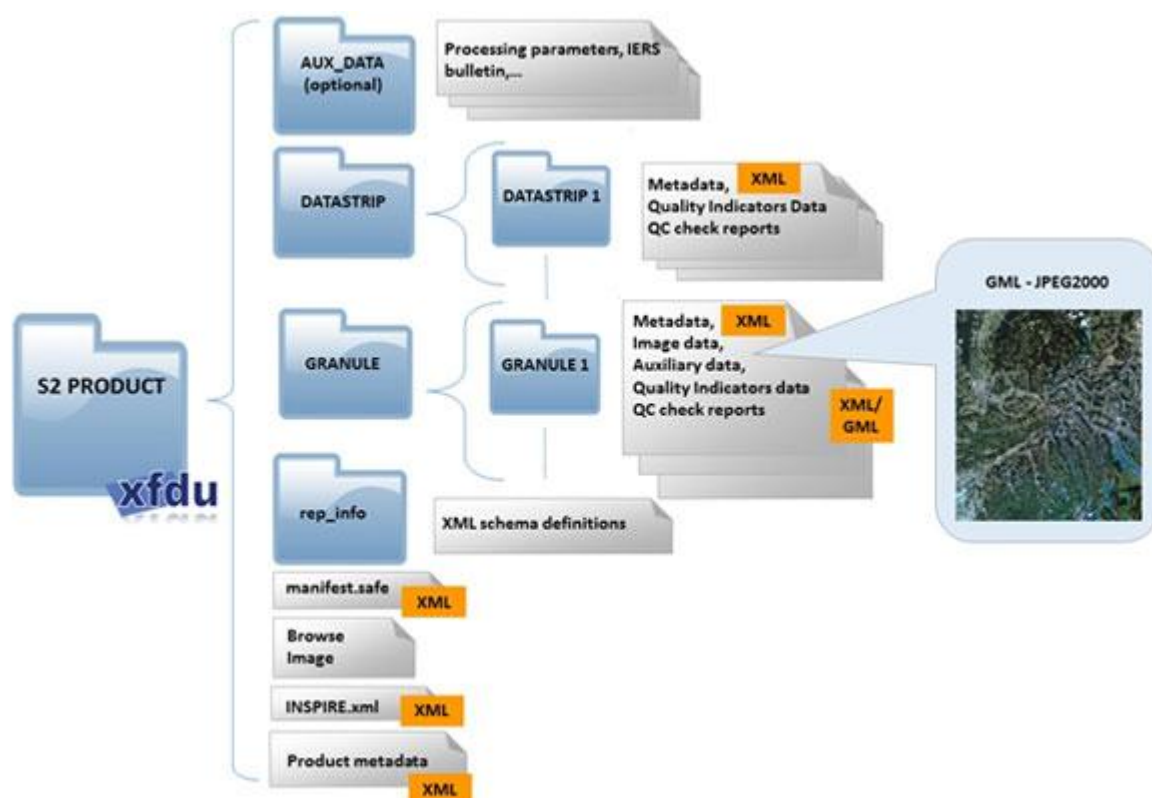


Рис. 5. Структура архива со снимком Sentinel-2

Для этого также используются сторонние ГИС системы, например, Quantum Gis (QGis). Чтобы произвести поиск снимков или какие-либо преобразования приходится тратить ощутимое количество времени. Необходимо найти все снимки за этот месяц внутри файловой системы, загрузить их в любую ГИС систему, положить ее на контур лесничеств и только потом можно было бы смотреть общую картину (рис. 5). Наглядность и удобство такого способа оставляет желать лучшего.

Рассмотрим, что представляет собой космический снимок. Съёмочная аппаратура на спутнике, который ведет мониторинг поверхности Земли, осуществляет съемку сразу в нескольких спектральных диапазонах частот. Следствием этого является то, что один снимок представляет собой сразу несколько растровых изображений, каждое из которых содержит в себе информацию по тому или иному спектральному диапазону. Каждое растровое изображение является особым, геопривязанным изображением, то есть имеет заголовочную часть в котором указаны геолокационные данные. Вместе с растровыми изображениями (слоями) в снимке идет метаинформация, которая может разниться от спутника к спутнику, но обычно это время съемки, положение солнца на момент съемки, спутника и т.д. (рис. 6).

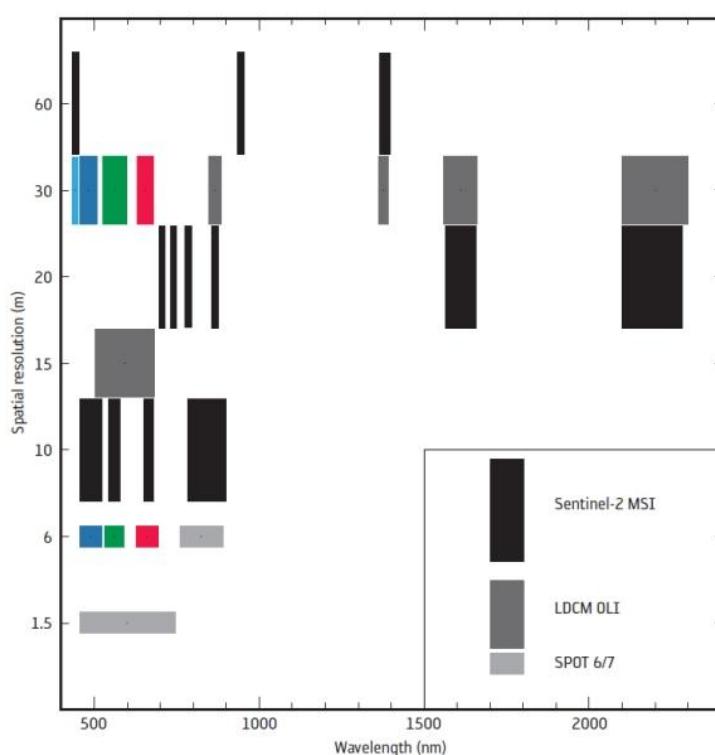


Рис. 6. График сравнения характеристик различной мультиспектральной съемочной аппаратуры, где по Y указано пространственное разрешение, а по X поддерживаемая длина волны

В рамках проекта вначале был разработан автоматический загрузчик спутниковых изображений через специальные web-API интерфейсы. Этот загрузчик сохраняет информацию о снимках в базу данных, а также делает ряд примитивных преобразований с ними. Это происходит без вмешательства человека, снимки автоматически регулярно скачиваются, и передаются в необходимые отделы со всеми требуемые преобразованиями и информацией.

Однако, несмотря на то, что это упростило работу с получением снимков и убрало многие рутинные операции, в ходе работы стало сложнее воспринимать хранящуюся информацию. Ее стало несопоставимо больше, чем было раньше. В ходе апробации данного загрузчика, встал вопрос об увеличении степени информатизации, а также повышения наглядности процесса работы со спутниковыми изображениями. Это привело к проекту геоинформационной системы, в рамках которой можно было бы автоматизировать часть процессов по обработке статистической информации.

В рамках работы над продуктом решено добавить в систему спутниковые изображения, которые получаются автоматически через загрузчик, создать базу данных и предоставить Web-интерфейс с возможностью просмотра контуров снимков и сбора примитивной статистики (рис. 7). Снимки хранятся на жестком диске, но так как все снимки проходят через загрузчик, информация о снимке при получении снимка сразу же попадает в базу данных. Это позволяет извлекать о нем всю необходимую информацию по востребованию, используя программный интерфейс базы данных.

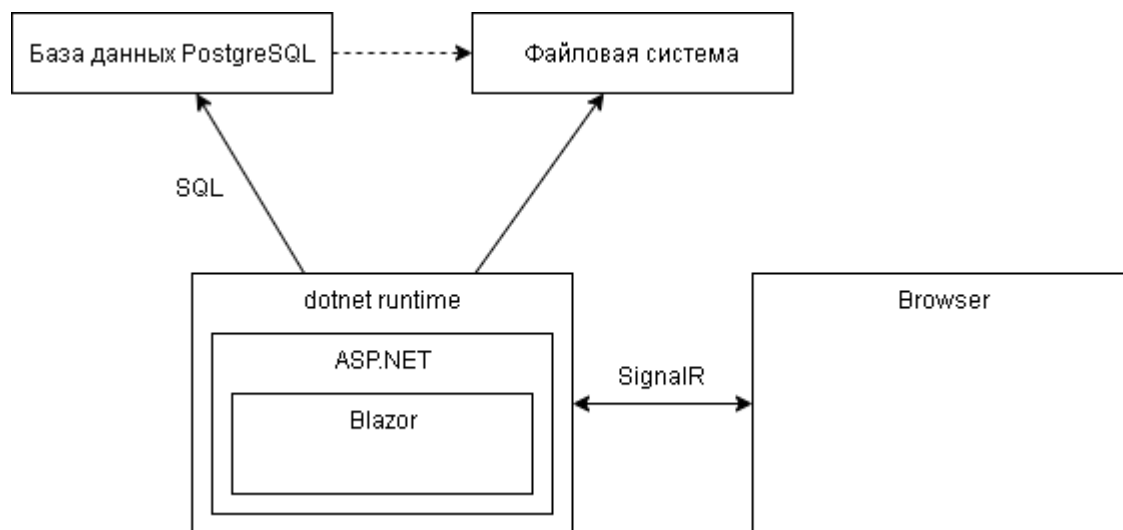


Рис. 7. Схема работы приложения

Вся бизнес-логика приложения выполняется внутри среды выполнения .NET Core на сервере, внутри приложения ASP.NET Blazor. На сервере установлена и запущена база данных PostgreSQL с данными о спутниковых изображениях. В ней хранится как информация о снимках, так и информация о местоположении растровых изображений внутри файловой системы сервера. Клиентский браузер сообщает об изменении состояния на сервер, сервер возвращает в соответствии с изменившимся состоянием новую HTML страницу и возвращает ее клиенту. Все это общение происходит посредством SignalR соединения.

Ключевая особенность разработки с Blazor в том, что серверная и клиентская часть разрабатываются в рамках одного приложения .NET Core. Построение интерфейса и логика работы компонентов обрабатываются на стороне сервера. Клиенту необходимо только получить данные и отобразить изменения на странице в браузере.

Модульно разработку можно разделить на следующие компоненты: база данных, разработка приложения Blazor (проектирование интерфейса, настройка среды разработки Blazor, создание экрана с картой и таблицей снимков).

Особенности по работе со спутниковыми изображениями вынуждают внимательно относиться к вопросам хранению информации и ее размещения на физических накопителях. Специфика предметной области требует хранение всех когда-либо использовавшихся изображений в течении продолжительного периода времени. Обычно в работе используется только один из слоев, однако, так как мониторинг ведется на регулярной основе и выкачиваются все снимки в обширном регионе, то даже использование в работе всего лишь одного слоя занимает много места на жестком диске. К примеру, скачанный всего один слой со спутника Sentinel-2 за полгода по целому региону мониторинга занимает на диске 84 Гб. Производные же продукты полученные с этого слоя могут занимать за этот же период суммарно под 500 Гб. Это объясняет существование таблиц Band и Scene отдельно. Гораздо проще и удобнее было бы хранить все данные съемки вместе, привязать их к одной таблице Scene и хранить все слои в одной папке. Однако, если так делать то не хватит просто места на жестком диске. Поэтому в существующей схеме разделяются растровые изображения и информация о сцене. Концептуальное различие таблиц в том, что Scene позволяет нам

узнать, когда была произведена съемка и какой регион съемка покрывает. Band же позволяет нам получить, если он есть, уже конкретные данные съемки и использовать его при дешифрировании и анализе. Кроме этого, достоинство этой схемы прежде всего в том, что она позволяет использовать различные виды космической съемки одновременно без потребности в создании таблиц на каждый из видов. Можно сразу же использовать данные со спутников Канопус-П, Sentinel-2a, Landsat 8 и др.

В этой схеме можно выборочно хранить дополнительную информацию о снимках. Так, если нам от снимка нужен только контур и сам растр это поле можно не использовать. Если же мы хотим проводить какие-то преобразования дополнительные со снимками на основе данных, то тогда в зависимости от нужды мы работаем с JSON полем.

Также разделение спецификации снимков и самих снимков в отдельные таблицы позволит избежать дублирование информации, что может пусть и незначительно, но помочь немного в экономии места. А так же позволит писать универсальные дополнительные модули, так как хранится не только информация о сценах и слоях, но и о том какие вообще они бывают.

Для того чтобы спроектировать интерфейс, необходимо обозначить те функциональные возможности, которые он предоставляет. Так, в рамках работы необходимо реализовать просмотр снимков на карте, вместе с подложкой из лесничеств, а также возможность расчета площади покрытия по каждому из лесничеств. Так как просмотр снимков и расчет покрытия - разные задачи, то следует их разделить на отдельные экраны. Так же должен существовать главный экран, где описывались бы возможности приложения. Внешний вид главного экрана не имеет значения, и его можно определить на этапе разработки. На экране с картой должна быть сама карта, таблица со снимками и должна быть возможность выбора вида съемки. На экране с расчетом статистики должна быть так же карта, возможность выбора вида съемки и месяца.

Так как разрабатывается Web-приложение, то входной точкой в приложении можно считать обработку входящего HTTP запроса, который в дальнейшем передается на сторону приложения. Логика обработки этих запросов ложится целиком на фреймворк ASP.NET Core.

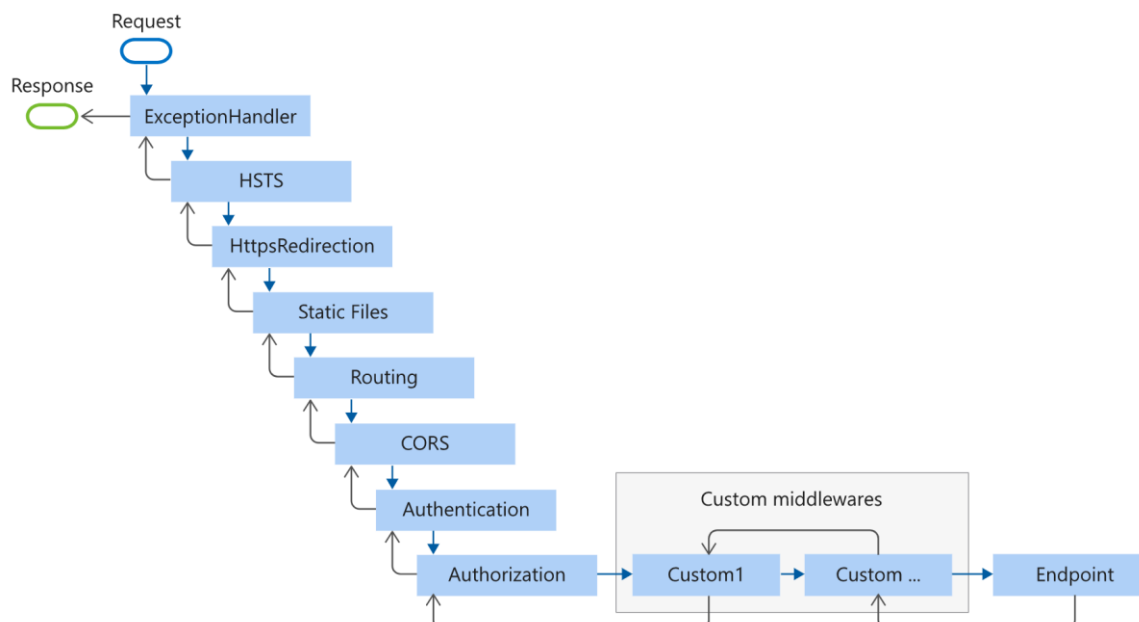


Рис. 8. Пример цепочки обработки HTTP запросов

На данной диаграмме показан пример цепочки обработки входящих HTTP запросов, это то что описывается в методе Configure. Их можно менять местами и добавлять свои собственные (Custom Middlewares). В качестве Endpoint и выступает приложение Blazor.

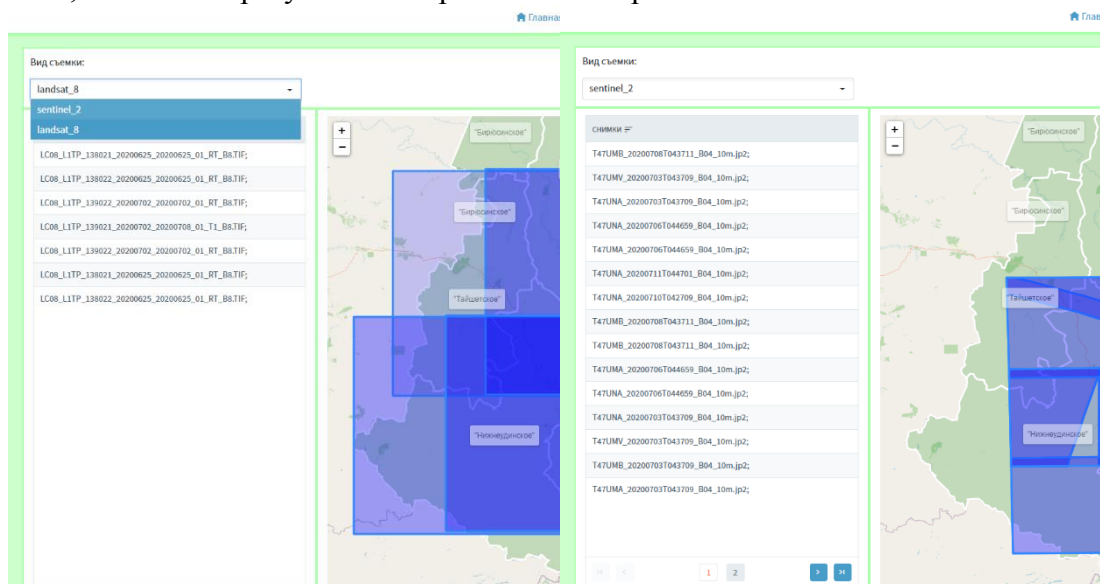
Таким образом, в приложении реализованы:

1. Интерактивная карта с возможностью просматривать на ней различные виды съемки:
 - a. Таблица, в которой показываемые отображаемые на карте объекты;
 - b. Возможность просматривать метаданные о снимках по нажатию на него на карте или в таблице;
 - c. Возможность просматривать снимки и заранее заготовленный слой-подложку с лесническими;

2. Экран с расчетом площади покрытия, возможностью просмотра площади покрытия по лесническим.

В итоге было создано Web-приложение, соответствующее всем требованиям. Сервер с приложением способен запускаться на практически любом устройстве, так как .NET Core кроссплатформенный фреймворк. Единственное требование и ограничение которое существует, это потребность в работающей базе данных. Кроме этого изначально приложение разрабатывалось с моделью Blazor Server для того, чтобы запускать его на мощном сервере с множеством ядер CPU. Клиентская же часть зависит только от возможностей браузера, и на самом деле влияет мало.

На экране приложения с картой (адрес “totalMap”) имеется сама карта и таблица со снимками. При нажатии на выпадающий список “Вид съемки” и выборе любого другого вида съемки, меняются сразу же и изображения на карте.



В дальнейшем данное приложение планируется использовать как платформа, на базе которой можно расширять и дополнять уже существующее приложение. В частности, добавить более гибкой фильтрации снимков для отображения, сделать возможность подсчета площади покрытия сразу по всем видам сцен, сделать возможность загрузки результатов вычислений в виде excel таблицы. Так же существует потребность интеграции данной системы с автоматическим загрузчиком, снимков; сделать возможность просмотра удаленных хабов (corpnicus к примеру) в рамках одного приложения. Кроме этого, есть потребность в добавлении системы аутентификации пользователей, в случае если появится информация или операции, доступ к которым требовалось бы ограничить.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Лесной кодекс Российской Федерации от 4 декабря 2006 г. N 200-ФЗ // Российская газета - Федеральный выпуск № 0(4243) от 8 декабря 2006 г.
2. Данеев А.В., Алтынцев Д.А., Файзрахманов Г.П. Космомониторинг лесных пожаров Иркутской области // Применение математических методов и информационных технологий в экономике и праве: Сб. науч. тр. – Иркутск: БГУЭП, 2004.

3. Данеев А.В., Файзрахманов Г.П., Русанов В.А. Синтез дифференциальной модели развития лесного пожара по данным космомониторинга. - Иркутск, 2001. - 16 с.
4. Данеев А.В., Алтынцев Д.А., Файзрахманов Г.П. Космические средства обнаружения и мониторинга лесных пожаров в Иркутской области // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. № 1, 2005.
5. <https://sentinel.esa.int/web/sentinel/user-guides/sentinel-2-msi/data-formats>
6. <https://docs.microsoft.com/ru-ru/dotnet/csharp/getting-started/introduction-to-the-csharp-language-and-the-net-framework>
7. <https://docs.microsoft.com/ru-ru/aspnet/core/blazor/hosting-models?view=aspnetcore-3.1>
8. <https://sentinel.esa.int/web/sentinel/missions/sentinel-2/heritage>
9. <https://sentinel.esa.int/web/sentinel/missions/sentinel-2>
10. <https://docs.microsoft.com/en-us/aspnet/core/fundamentals/middleware/?view=aspnetcore-3.1>
11. <https://blazor-university.com/components/component-lifecycles/>
12. https://www.usgs.gov/land-resources/nli/landsat/landsat-8?qt-science_support_page_related_con=0#qt-science_support_page_related_con

REFERENCES

1. Forest Code of the Russian Federation of December 4, 2006 N 200-FZ // Russian newspaper - Federal issue number 0 (4243) of December 8, 2006
2. Daneev A.V., Altyntsev D.A., Faizrahmanov G.P. Cosmomonitoring of forest fires in the Irkutsk region // Application of mathematical methods and information technologies in economics and law: Sat. scientific. tr. - Irkutsk: BSUEP, 2004.
3. Daneev A.V., Faizrahmanov G.P., Rusanov V.A. Synthesis of a differential model for the development of a forest fire based on cosmomonitoring data. - Irkutsk, 2001. -- 16 p.
4. Daneev A.V., Altyntsev D.A., Faizrahmanov G.P. Space means of detection and monitoring of forest fires in the Irkutsk region // Modern technologies. System analysis. Modeling. No. 1, 2005.
5. <https://sentinel.esa.int/web/sentinel/user-guides/sentinel-2-msi/data-formats>
6. <https://docs.microsoft.com/ru-ru/dotnet/csharp/getting-started/introduction-to-the-csharp-language-and-the-net-framework>
7. <https://docs.microsoft.com/ru-ru/aspnet/core/blazor/hosting-models?view=aspnetcore-3.1>
8. <https://sentinel.esa.int/web/sentinel/missions/sentinel-2/heritage>
9. <https://sentinel.esa.int/web/sentinel/missions/sentinel-2>
10. <https://docs.microsoft.com/en-us/aspnet/core/fundamentals/middleware/?view=aspnetcore-3.1>
11. <https://blazor-university.com/components/component-lifecycles/>
12. https://www.usgs.gov/land-resources/nli/landsat/landsat-8?qt-science_support_page_related_con=0#qt-science_support_page_related_con

Информация об авторах

Алексей Васильевич Данеев – д. т. н., профессор, профессор кафедры «Информационные системы и защита информации», Иркутский государственный университет путей сообщения, г. Иркутск, e-mail: daneev@mail.ru.

Роман Алексеевич Данеев – к. т. н., доцент кафедры «Информационно-правовых дисциплин», Восточно-Сибирский институт МВД России, г. Иркутск, e-mail: romasun@mail.ru.

Иван Андреевич Диомидов – магистрант кафедры «Информационные системы и защита информации», Иркутский государственный университет путей сообщения, г. Иркутск, e-mail: pilad0hwtts@yandex.ru.

Authors

Alexey Vasilievich Daneev, Doctor of Technical Science, Professor, the Subdepartment Information systems and information security, Irkutsk State Transport University, Irkutsk, e-mail: daneev@mail.ru.

Roman Alexeevich Daneev – Ph. D. in Engineering Science, Associate Professor, the Subdepartment Subdepartment Information-Legal disciplines, East Siberian Institute of the Ministry of Internal Affairs of Russia, Irkutsk, e-mail: romasun@mail.ru.

Ivan Andreevich Diomidov - Master's student of the Department of Information Systems and Information Security, Irkutsk State University of Railways, Irkutsk, e-mail: pilad0hwts@yandex.ru.

Для цитирования

Данеев А. В., Данеев Р. А., Диомидов И. А. Разработка геоинформационной системы в сфере лесоустройства // «Информационные технологии и математическое моделирование в управлении сложными системами»: электрон. науч. журн. – 2020. – №3(8). – С. 89-98 – DOI: 10.26731/2658-3704.2020.3(8).89-98 – Режим доступа: <http://ismm-irgups.ru/toma/38-2020>, свободный. – Загл. с экрана. – Яз. рус., англ. (дата обращения: 01.11.2020).

For citations

Daneev A.V., Daneev R.A., Diomidov I.A. Development of a geoinformation system in the field of forestry // Informacionnye tehnologii i matematicheskoe modelirovanie v upravlenii slozhnymi sistemami: ehlektronnyj nauchnyj zhurnal [Information technology and mathematical modeling in the management of complex systems: electronic scientific journal], 2020. No. 3(8). P. 89-98. DOI: 10.26731/2658-3704.2020.3(8).89-98 [Accessed 01.11.2020].