

УДК 528.94:630

DOI 10.33764/2411-1759-2022-27-3-50-61

Концепция инфраструктуры единого геоинформационного центра управления лесным хозяйством (часть 1)

М. Р. Вагизов^{1*}, А. М. Заяц¹

¹ Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С. М. Кирова,
г. Санкт-Петербург, Российская Федерация

* e-mail: bars-tatarin@yandex.ru

Аннотация. В статье предлагается концепция единого специализированного комплекса для управления, анализа сведений и периодического мониторинга лесных ресурсов, на базе централизованной серверной архитектуры геоинформационного центра и инновационных информационных технологий. Цель исследования – повышение качества управления, обновления и периодического мониторинга пространственных данных о лесном фонде Российской Федерации. В качестве методов исследования предлагается серверосторонняя стратегия разработки геоинформационного центра и инфраструктура организации основных используемых типов геопространственных данных в лесном хозяйстве. Для реализации разработки раскрывается методическое обоснование применения предлагаемых концептуальных решений в соответствии с территориальными особенностями организации лесного хозяйства России. В результате исследования в первой части статьи сформирована концепция инфраструктуры единого геоинформационного центра управления лесным хозяйством, что позволит обеспечить выделенной информацией о лесном участке и интегрировать визуализацию геопространственных данных лесного хозяйства на разном территориальном уровне представления информации. Своевременное обеспечение достоверной информацией о лесах на базе единого геоинформационного центра позволит повысить качество управления лесным хозяйством и проводить более избирательное ведение лесохозяйственных мероприятий, учитывая важное экосистемное значение лесов.

Ключевые слова: распределенные геоинформационные системы, мониторинг лесного хозяйства, системы управления данными, технологии VR/AR, геоинформационный центр, разработка геоинформационных систем, беспроводные сенсорные сети

Введение

Возможность удобного поиска объектов по географическому или другому пространственному признаку с последующим быстрым получением информации и наоборот, поиск объекта в базе данных по значениям его атрибутов с последующим определением его местоположения на карте или схеме, делают ГИС-технологии незаменимыми для их применения в лесном хозяйстве.

Однако специфика производственных процессов в этой области и необходимость постоянного мониторинга лесных территорий выдвигает задачу разработки единого центра управления лесным хозяйством на основе современных геоинформационных систем и инновационных технологий [1].

Создание такого единого геоинформационного центра (ЕГИЦ) можно обосновать следующими положениями.

1. В структуре такого центра достаточно легко можно объединить распределенные ГИС и данные, расположенные на различных серверах сети Интернет, и использовать все доступные сервисы облачных технологий.

2. Отпадает необходимость тиражировать данные и программное обеспечение для ЕГИЦ, их обновление выполняется на местах у держателей той или иной информации и разработчиков программного обеспечения, где осуществляется администрирование как данных, так и программ в рамках технической поддержки соответствующих серверов.

3. Взаимодействие пользователей с геоинформационной средой центра становится унифицированным, так как для работы приложений на клиентском компьютере используется стандартный web-браузер со встроенным картографическим компонентом.

4. Простота установки программного обеспечения клиента, которое может устанавли-

ваться (или обновляться на более новую версию) автоматически при входе на интернет-страницу, на которой расположен тот или иной ГИС-ресурс.

5. Расширяется возможность обработки и отображения разноформатной информации: растровых и векторных карт, рельефа, 3D-объектов, аэрофото- и космоснимков, сферических панорам, объектов виртуальной (VR) и дополнительной (AR) реальности, 2D- и 3D-фигур, условных обозначений, закладок, надписей.

6. Проводится агрегирование информации, поступающей от внешних источников: средств дистанционного зондирования Земли, видеокамер, GPS/ГЛОНАСС датчиков положения мобильных объектов, мониторинговых параметров окружающей среды от датчиков беспроводных сенсорных сетей и других измерительных приборов.

7. Используются единая среда и инструментальные средства обработки и отображения информации пространственных данных отрасли или региона.

8. Осуществляются автоматический анализ поступающих данных о лесном фонде и прогнозирование развития ситуации.

9. Проводится расчет оптимальных вариантов действий и формирование извещений о событиях, требующих внимания.

10. Формируются команды управления и сообщения на другие уровни системы.

11. При необходимости создаются территориально распределенные иерархические системы управления с единой информационной средой и технологиями взаимодействия.

Большая площадь, покрытая лесом, низкое техническое обеспечение на удаленных территориях лесничеств и отсутствие развитой инфраструктуры предопределяют подход построения единого геоинформационного центра при централизованном управлении и терминальном доступе к функциям обработки лесных тематических данных. Вторая важная составляющая – разработка отечественного программного комплекса во избежание импортозависимости от технологического обеспечения других стран-разработчиков ГИС-систем.

Инфраструктура единого геоинформационного центра

Инфраструктуру единого геоинформационного центра управления лесным хозяйством будем строить, исходя из представленного обоснования.

Рассматривая ЕГИЦ как объединяющую платформу, в ее состав можно включить следующие системы (рис. 1). Номенклатура систем, включаемых в будущем в состав ЕГИЦ, ограничивается только потребностью их использования в управлении лесным хозяйством.

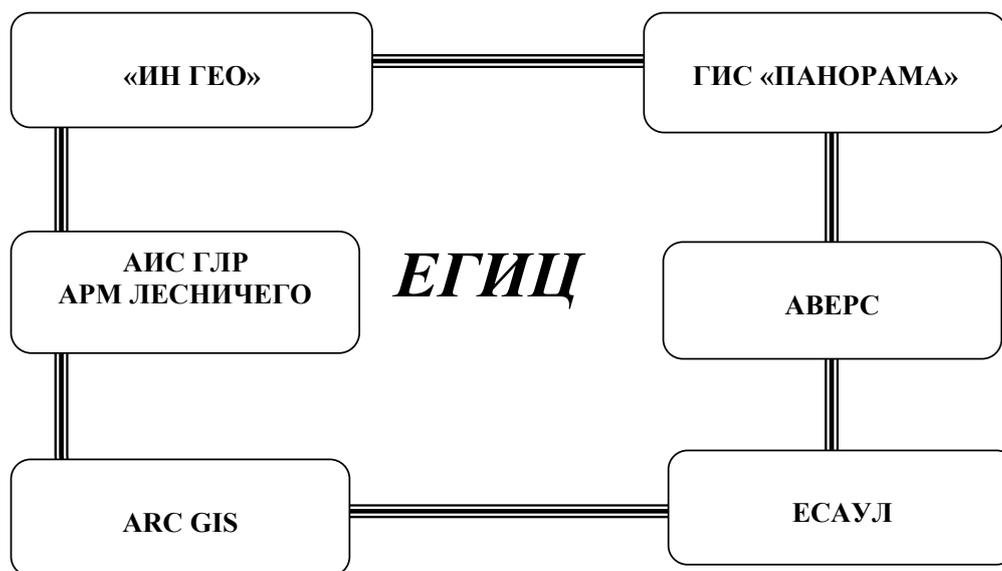


Рис. 1. Возможный состав систем на платформе ЕГИЦ

Платформа ЕГИЦ позволяет объединить также различные типы данных лесного фонда для последующей обработки информации различного вида и источников для принятия управленческих решений (рис. 2).

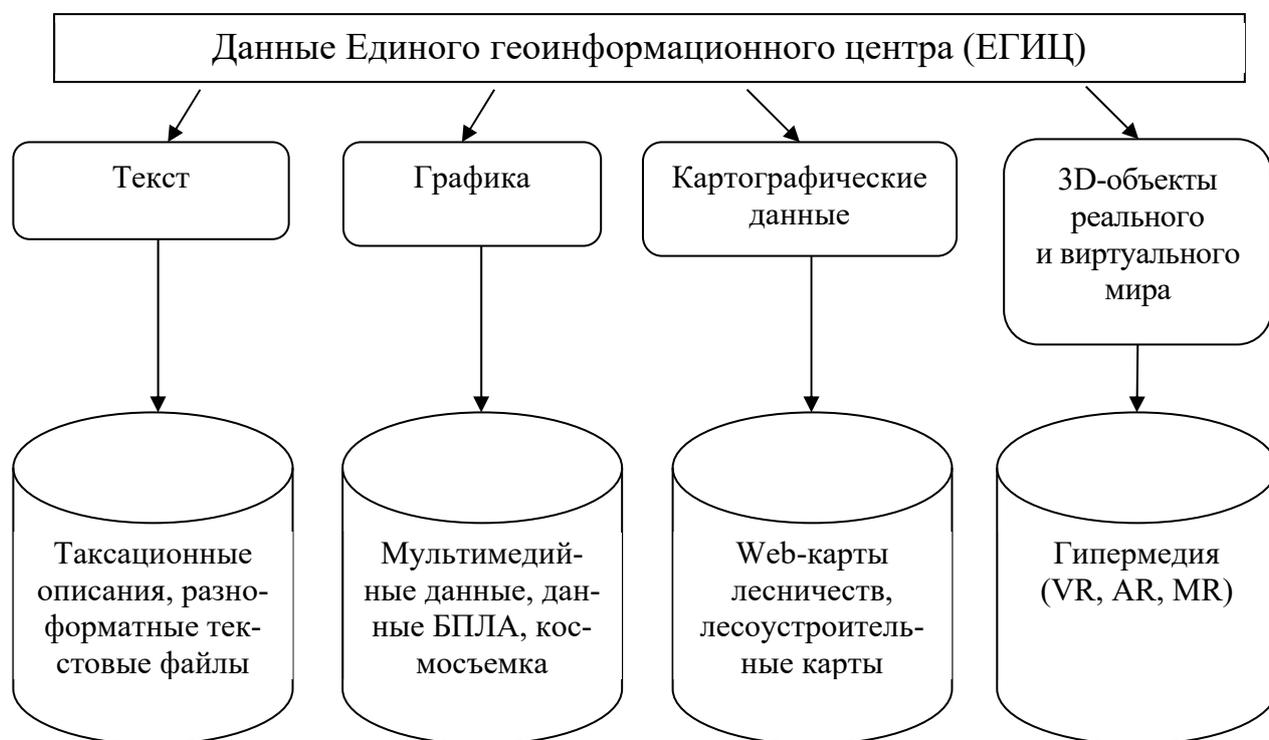


Рис. 2. Основные типы данных в ЕГИЦ

Основные требуемые задачи в лесном хозяйстве на базе получаемых сведений:

- отображение данных по запросу;
- отображение сведений количественного и качественного состава лесов;
- отображение инфограмм, характеризующих сведения породного состава лесов;
- анализ сведений по запасам древесины;
- детальный осмотр модели лесного квартала;
- нанесение на карту местности характерных сведений;
- отображение лесопатологических сведений;
- отображение данных о лесных пожарах;
- визуализация распространения природных явлений в лесу.

Аппаратно-программная реализация ЕГИЦ предполагает различные клиент-серверные конфигурации построения, среди которых предлагается наиболее популярная из них «серверосторонняя» стратегия.

Эта стратегия ориентируется на предоставлении данных любых форматов и типов или результатов их анализа в режиме «по требованию» от специализированного сервера, имеющего, в свою очередь, доступ к базам данных и приложениям их обработки других систем, интегрированных в ЕГИЦ. Для такой стратегии характерна следующая последовательность процедур:

- 1) пользователь формирует запрос в интерфейсе Web-браузера;
- 2) запрос по протоколу HTTP или с использованием технологии websocket посылается на сервер;
- 3) сервер обрабатывает запрос и формирует ответ;
- 4) ответ возвращается по сети интернет-пользователю и визуализируется с помощью приложения в Web-браузере.

Результаты запроса, которые возвращаются с сервера, включают в себя координаты пространственных мониторинговых

объектов и набор их атрибутов. Результаты отображаются на карте в виде интерактивной графики и описательной информации, с которой работают конечные пользователи. Это может быть мониторинговая информация, считываемая с датчиков, и их состояние, результаты дистанционного зондирования Земли и т. п. [2, 3].

Обоснование такого способа реализации заключается в том, что при использовании программного обеспечения с функциями работы посредством web-браузера вычислительные операции выполняются на стороне сервера, это позволяет снизить требования

к аппаратному обеспечению на стороне пользователя, что является важным подходом, учитывая низкий уровень регионального технического обеспечения лесничеств.

В качестве примера на рис. 3 представлен скриншот рабочего стола пользователя с такой информацией. При наведении курсора на точку, где располагается сенсор, появляется всплывающее окно, в котором отображаются запрашиваемые данные, возвращаемые сервером по Ajax-запросу. Данные привязаны к структуре сети, которая заранее отрисована на мониторе с использованием данных о ее топологии, хранящейся на сервере.



Рис. 3. Рабочий стол пользователя системы (пример)

Здесь одновременно (или поочередно) в выпадающих окнах отображается как информация о состоянии узлов, так и результаты мониторинга с привязкой к конкретному месту лесной территории.

Эти данные также используются для автоматической оценки пространственного и взаимного расположения узлов, что позволяет легко встраивать получаемый поток данных в ГИС-проекты, в том числе в режиме реального времени, и осуществлять экспорт ре-

зультатов измерений в виде файлов для обработки в сторонних программах.

Пространственная привязка сети к цифровой модели местности, географическим и другим картам позволяет получить зависимости наблюдаемой обстановки от различных природных и антропогенных параметров и осуществлять прогнозное моделирование возможных лесных пожаров.

Результаты, отображаемые на карте в виде интерактивной графики и описательной ин-

формации, необходимы специалистам для оценки обстановки в online-режиме и лицам, принимающим решение по управлению лесным хозяйством.

Такой подход предлагается реализовать с помощью web-приложения с MapServer поддержкой.

Интерфейс web-приложения включает в себя элементы, которые позволяют пользователю взаимодействовать с сервером, управлять приложением, визуализировать данные и проводить их анализ.

Главная страница приложения в браузере представлена на рис. 4.

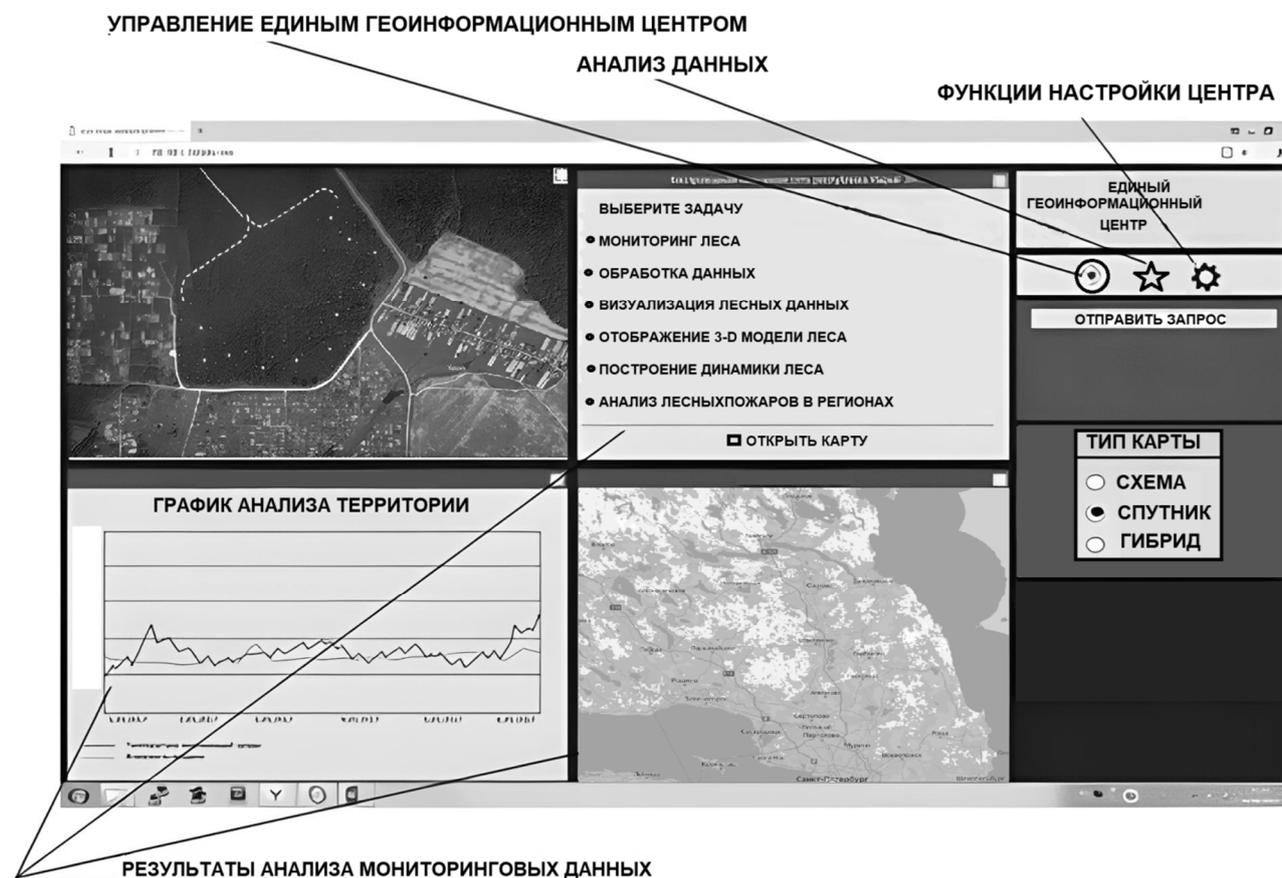


Рис. 4. Главная страница приложения

В четырех окнах слева отображаются конфигурация беспроводной сенсорной сети на карте лесной территории, данные, характеризующие работу ее узлов, мониторинговая информация и результаты ее анализа. В правой части находится панель управления, на которой располагаются меню приложения, форма оповещения аварийных состояний узлов и критичных мониторинговых данных и чат сотрудников, позволяющий работникам поддерживать связь с оператором.

Такое визуальное представление данных на карте позволяет заинтересованным пользователям видеть всю картину происходящего на местности (рис. 5).

Такой вид серверной конфигурации используется и так называемым «картографическим сервером», который обслуживает запросы пользователя на ту или иную карту. Программы, которые обслуживают запросы клиента, могут быть написаны на различных языках программирования и с помощью различных инструментальных сред, включая PHP, Perl, VisualBasic, C++, Delphi. Для того, чтобы web-сервер мог взаимодействовать с ГИС-приложениями, используются различные интерфейсные стандарты, такие как CGI (Common Gateway Interface), Java, ISAPI (Internet Server Application Programming Interface) или NSAPI (Netscape Server Application Programming Interface).



Рис. 5. Окно визуализации данных на карте

WebGIS-сервер, реализованный по данной стратегии, при достаточной производительности позволяет получать доступ к большим и комплексным базам геоданных, которые трудно передать в сети Интернет и обрабатывать на месте из-за их существенных объемов и вести их обработку. При этом число пользователей, осуществляющих реализацию геоинформационных функций WebGIS-сервера, одновременно может составлять несколько тысяч.

Важнейшим аспектом в рассматриваемом центре является применение в функционале управления так называемых цифровых двойников и технологий виртуальной (VR) и дополнительной (AR) реальности. Применение данных технологий в сфере лесного значительно расширяет возможности анализа пространственных данных о лесе, динамически меняющихся со временем.

Цифровой двойник как виртуальное представление системы мониторинга лесной территории на цифровой модели лесного участка можно использовать для визуализации, про-

гнозирования и предоставления ответов об измеряемых параметрах и функциональных характеристиках системы, прогнозировать результаты мониторинга и выполнять итерации моделируемого процесса, причем с высокой точностью.

Симуляция алгоритмов функционирования системы на виртуальных моделях происходит с целью накопления статистики возможных событий для дальнейшего использования при принятии решений в реальных условиях [4].

Цифровые двойники позволяют выбрать нужные режимы работы, провести виртуальные эксперименты, которые в реальных условиях могут быть сопряжены с риском повредить аппаратно-программные компоненты системы.

Эти виртуальные точные копии любых объектов обеспечивают взаимодействие пользователя с системой мониторинга лесных территорий за счет реализации компьютерной модели, объединяющей информацию в единую среду, которая может меняться во

времени. Например, двойники дают возможность проверить влияние различных негативных воздействий на объект при помощи симуляции.

Дополненная реальность обеспечивает встраивание отдельных цифровых компонент в реально существующую систему, что позволяет проводить проверку нововведений и выявить возможные проблемы на различных этапах эксплуатации.

При мониторинге лесных территорий масштабных размеров собираются огромные объемы разнородной информации, которую нужно структурировать и анализировать. На цифровой модели лесной территории, используя технологии искусственного интеллекта и BigData, можно быстро искать нужную информацию в большом объеме данных и анализировать их. Цифровой двойник местности позволит без полевых испытаний прогнозировать изменение состояния окружающей среды, исходя из прошлых данных, выявить закономерности погодных или климатических условий на мониторинговой территории для оценки возможного возникновения или определения негативных явлений. В работе [5] впервые предложена последовательная технология геоинформационного моделирования лесной экосистемы, в которой раскрываются особенности и признаки моделирования лесных экосистем с территориальным принципом размещения древесной растительности.

Интеграция данных в состав функционального приложения с искусственным интеллектом позволит обеспечить поиск нужной информации в большом объеме мониторинговых данных, используя их для прогнозирования негативных воздействий, исходя из ранее полученных данных.

Современный подход в этом направлении начинается с создания новой технологии, которая интересна и полезна большому числу участников, информационных сервисов и бизнес-процессов. Затем в нее встраиваются инновации, и когда продукт готов, вокруг него создается полноценная экосистема из разработчиков, заинтересованных бизнесменов и партнеров.

Средства аналитики, получая определенного вида «телеметрию» от инфраструктуры

и приложений, должны быть способны в режиме реального времени осуществлять различные виды анализа о состоянии, поведении и тенденциях как самих ИТ-услуг, предоставляемых ЕГИЦ, так и клиентов, потребляющих эти услуги, а также оценивать, насколько результат соответствует ожидаемому качеству предоставления сервиса.

Как показано в работе [6], слияние трехмерного моделирования с VR и AR позволяет пользователям принимать решения, исходя из поведения объекта, хотя и смоделированного.

Виртуальная реальность как компьютерное отображение реального мира позволяет совместить, например 3D-модель лесной территории, использующей географические данные, и еще не существующую модель системы мониторинга. Модель ее размещения может быть встроена в существующую трехмерную сцену лесной территории с дальнейшим исследованием ее параметров, таких как связность узлов и топология сети с учетом рельефа местности, таблицы маршрутизации, время и надежность доставки сообщений и т. п.

Моделирование процессов и своевременного мониторинга природно-технических систем является следующим этапом в развитии пространственного анализа территорий для их рационального использования, что отмечено в работах [7, 8].

Использование этих моделей, наряду с AR и VR, открывает инновационные возможности для получения опыта взаимодействия пользователя с сервисами ЕГИЦ в режиме реального времени, и это не просто некое нереальное видение, а технология принятия решения на основе цифровой модели среды и происходящих событий. Так, например, можно реализовать ситуацию по определению рисков распространения лесных пожаров на основе модели высот ветвей и крон (выявляются участки, где низовой пожар может переходить в верховой), риски перехода пожара на населенные пункты, вероятные направления распространения пожара и т. п. Процессы геомоделирования для нужд различных отраслей при помощи технологий AR и 3D-моделирования отмечаются в трудах отечественных ученых [9–11].

Графическая система таких технологий позволяет отображать на мониторе во всех плоскостях объекты и их динамику, а также данные, которые к ним относятся (описание, характеристики, результаты расчетов и т. д.). В такой системе отсутствуют ограничения по масштабированию отображения 3D-модели, и если это один «движок», то переход от одного масштаба 3D-модели к другому будет бесшовным. Все остальное – это интерфейс и алгоритмы работы с объектами 3D-модели, которые будут наполнять базу данных.

Для пользователя будет меняться только интерфейс при редактировании объектов – в зависимости от ситуации и состояния самого объекта. Такая платформа позволяет разрабатывать любые модели объектов без ограничений по размерам и сложности, а значит, не будет технологической проблемы проектировать новый объект, рассчитать его статические и динамические характеристики, проводить испытания – все в одной графической среде с использованием единой базы данных. Нет необходимости переносить данные, конвертировать и использовать разное ПО.

Интеграция данных в состав ЕГИЦ реализуема через построение трехмерной модели лесной экосистемы выбранного участка, где каждой модели присваиваются определенные свойства, отражающие характеристики процессов реального мира, это делает модель лесного участка приближенной по своим свойствам к физическому объекту, что позволяет получить комплексность сведений о лесной экосистеме. Технологическое обеспечение построения точных геосистемных моделей на основе данных дистанционного зондирования Земли, описывается в работах [12, 13], где предлагаются методики на основе обработки данных с применением машинного обучения и процедуры построения взвешенного графа. Однако реализация комплексной технологии построения и отображения данных о лесном фонде – это одна из сложных технологических задач для лесной отрасли и геоинформатики. Вторая важная задача – это создание единого геоинформационного комплекса, в котором отображение, координирование и анализ сведений являлись бы

удобными для специалистов лесного хозяйства с учетом специфики ведения лесного хозяйства и формирования лесоустроительной информации. Необходимо отметить, что технологическая база для внедрения передовых технологий в отрасль лесного хозяйства, как дополненная реальность, сформирована в полном объеме и успешно применяется в смежных отраслях.

Дополненная реальность, как связующее звено между виртуальной реальностью и действительностью, отличается тем, что она включает размещение изображения некоего объекта на картине реального мира. Примером могут служить ситуации, при которых создается образ лесного участка, охваченного пожаром, а на него накладывается схематическое изображение выполняемых мер по его тушению и последовательность противопожарных действий.

Создание геоинформационной модели леса (ГМЛ) осуществляется путем сопоставления ЦМР – цифровой модели рельефа и ЦММ – цифровой модели местности, определяемых по данным дистанционного зондирования Земли, после их согласования и приведения к единому пространственному разрешению.

Лесной массив представляется в ГМЛ не в виде отдельных деревьев, а как непрерывная трехмерная структура, наслаивающаяся на рельеф местности, в которой могут отображаться квартальная и дорожная сеть, водоохраные зоны вдоль рек, склоны и их крутизна и другие характеристики рельефа местности. Процессы проектирования рельефа местности на основе комплексирования разнородной геоинформации упоминаются в работах [14, 15].

В основе использования рассматриваемых типов данных в концепции единого геоинформационного центра лесным хозяйством возможно использование цифровых двойников как совместной платформы технологий VR, AR, ЦММ.

Стоит отметить, что новейшие технологии активно разрабатываются зарубежными учеными в области 3D-моделирования, анализа данных дистанционного зондирования Земли и ГИС-подходов к мониторингу окружающей

среды [16–18]. В этой части необходим отечественный путь развития данных технологий применительно к социально-экономическому развитию регионов России.

Заключение

Использование технологий геоинформационного моделирования лесной экосистемы возможно реализовать на базе единого геоинформационного центра как способ виртуального представления лесной экосистемы в максимально детализированном виде. За счет моделирования всей цепочки представления лесной экосистемы в цифровой среде возможно повысить устойчивость ведения лесного хозяйства,

сохранения биоэкономического потенциала на протяжении всего жизненного цикла леса – от проектирования будущих посадок лесных культур до ведения неистощительного и рационального использования лесов. Данное представление информации о лесе может стать составной частью в среде ЕГИЦ, в которой можно в режиме реального времени постоянно вносить новые данные и изменения, наблюдать за динамичными изменениями лесов, вносить предложения по улучшению, проводить различные симуляции хода роста насаждений. В структуре центра можно задействовать и другие развивающиеся технологии, такие как искусственный интеллект, машинное обучение, большие данные, облачные вычисления.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Вагизов М. Р., Истомина Е. П., Колбина О. Н. и др. Разработка интеллектуальной геоинформационной системы для отрасли лесного хозяйства // Геоинформатика. – 2021. – № 3. – С. 4–13. doi: 10.47148/1609-364X-2021-3-4-13.
2. Заяц А. М., Думов М. И. Web-приложение визуализации данных в системе мониторинга лесных территорий и обнаружения пожаров. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RU 2017664062, 14.12.2017. Заявка № 2017618944 от 30.08.2017.
3. Vakulin M., Kreyndelin V., Melnik S., Sudovtsev V., Petrov D. Equivalent MIMO Channel Matrix Sparsification for Enhancement of Sensor Capabilities [Electronic resource] // Sensors. – 2022. – Vol. 22. – P. 2041. – Mode of access: <https://doi.org/10.3390/s22052041>.
4. Заяц А. М., Хабаров С. П. Исследование алгоритма работы распределенной системы мониторинга лесных территорий. // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. – 2019. – Вып. 229. – С. 243–254.
5. Vagizov M. R., Istomin E. P., Miheev V. L., Potapov A. P., Yagotinceva N. V. Visual digital forest model based on a Remote Sensing data and forest inventory data // Remote Sensing. – 2021. – Vol. 13, No. 20. – 4092. doi: 10.3390/rs13204092.
6. Миронова Ю. Н. Новые методы виртуального моделирования в геоинформационных технологиях [Электронный ресурс] // Интернет-журнал «Науковедение». – 2016. – Т. 8, № 5. – Режим доступа: <http://naukovedenie.ru/PDF/03TVN516.pdf>.
7. Истомина Е. П., Михеев В. Л., Петров Я. А., Мартын И. А. Моделирование волновых процессов на замкнутых акваториях мелководных районов // Геоинформатика. – 2021. – № 3. – С. 30–35. doi: 10.47148/1609-364X-2021-3-30-35.
8. Карпик А. П., Аврунев Е. И., Добротворская Н. И. и др. Организация системы геоинформационного мониторинга состояния земельных ресурсов прибрежной зоны Новосибирского водохранилища // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. – 2019. – Т. 330, № 8. – С. 133–145. doi: 10.18799/24131830/2019/8/2219.
9. Елшина Т. Е., Кокорина И. П., Сысоев А. В. Создание и использование 3D-модели горного рельефа для геоинформационного обеспечения туризма // Вестник СГУГиТ. – 2021. – Т. 26, № 5. – С. 108–118. doi: 10.33764/2411-1759-2021-26-5-108-118.
10. Батырова К. С., Пошивайло Я. Г. История дополненной реальности и перспективы ее применения в картографии // Вестник СГУГиТ. – 2021. – Т. 26, № 5. – С. 99–107. doi: 10.33764/2411-1759-2021-26-5-99-107.
11. Бойко Е. С., Караган А. В. Цифровое моделирование древесно-кустарниковой растительности аккумулятивных берегов по данным воздушного лазерного сканирования // Вестник СГУГиТ. – 2021. – Т. 26, № 2. – С. 103–114. doi: 10.33764/2411-1759-2021-26-2-103-114.

12. Ямашкин С. А., Ямашкин А. А., Занозин В. В., Бармин А. Н. Разработка алгоритма классификации данных дистанционного зондирования Земли с применением методов глубокого машинного обучения для анализа геосистемной модели территории // Геодезия и картография. – 2021. – Т. 82, № 4. – С. 54–64. doi: 10.22389/0016-7126-2021-970-4-54-64.
13. Билан В. И., Григорьев А. Н., Дмитриков Г. Г., Дудин Е. А. Подход к пространственному моделированию сетей и групп объектов на основе процедуры построения взвешенного графа // Геодезия и картография. – 2020. – Т. 81, № 10. – С. 49–58. doi: 10.22389/0016-7126-2020-964-10-49-58.
14. Крыленко В. В., Крыленко М. В., Алейников А. А. Возможности изучения рельефа и динамики береговой линии аккумулятивных форм по данным дистанционного зондирования на примере геосистемы косы Долгая // Вестник СГУГиТ. – 2021. – Т. 26, № 3. – С. 58–70. doi: 10.33764/2411-1759-2021-26-3-58-70.
15. Елшина Т. Е., Утробина Е. С., Сысоев А. В. Визуализация модели горного рельефа для веб-карт // Вестник СГУГиТ. – 2020. – Т. 25, № 1. – С. 145–155. doi: 10.33764/2411-1759-2020-25-1-145-155.
16. Mitsevich L., Zhukovskaya N. 3D modeling and GIS analysis for aerodrome forest obstacle monitoring // Paper presented at the International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences – ISPRS Archives. – 2021. – Vol. 43(B2-2021). – P. 753–757. doi:10.5194/isprs-archives-XLIII-B2-2021-753-2021.
17. Holopainen M., Vastaranta M., Huypä J. (2014). Outlook for the next generation's precision forestry in finland. // Forests. – 2014. – Vol. 5(7). – P. 1682–1694. doi:10.3390/f5071682.
18. Erdenetuya M., Khudulmur S., Erdenetsetseg B., Munkhzul D. (2009). Remote sensing and GIS approaches for mongolian environmental monitoring under NGIC project activities // Paper presented at the 30th Asian Conference on Remote Sensing 2009, ACRS 2009. – 2009. – Vol. 1. – P. 350–355.

Об авторах

Марсель Равильевич Вагизов – кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой информационных систем и технологий.

Анатолий Моисеевич Заяц – кандидат технических наук, профессор, профессор кафедры информационных систем и технологий.

Получено 01.02.2022

© М. Р. Вагизов, А. М. Заяц, 2022

The infrastructure concept for a single geo-information centre for forest management (part 1)

M. R. Vagizov¹, A. M. Zayats¹*

¹ St. Petersburg State Forest Technical University named after S. M. Kirov, St. Petersburg, Russian Federation

* e-mail: bars-tatarin@yandex.ru

Abstract. The article offers the concept of a single specialized complex for management, data analysis and periodic monitoring of the forestry fund spatial data of the Russian Federation based on centralized server architecture of geoinformation centre and innovative information technologies. The objective of the study is to improve the quality of management, updating and periodic monitoring of spatial data on the forest fund of the Russian Federation. As research methods, a server-side strategy for the development of a geoinformation centre and the organization infrastructure of the main types of geospatial data used in forestry are proposed. To implement the development, the methodological substantiation for the application of the proposed conceptual solutions in accordance with the territorial peculiarities of the organization of forestry in Russia is revealed. As a result of the research, in the first part of the article, the concept of the infrastructure of a single geoinformation center for forest management is formed, which will provide information about the forest area and integrate visualization of geospatial forestry data at different territorial levels of information representation. Well-timed provision of reliable forestry information will not only improve the quality of forest management, but also allow more selective forest management activities, taking into account the important ecosystem significance of forests.

Keywords: distributed geoinformation systems, forestry monitoring, data management systems, VR/AR technologies, geoinformation centre, geoinformation system development, wireless sensor networks

REFERENCES

1. Vagizov, M. R., Istomin, E. P., Kolbina, O. N., & et al. (2021). Development of an intelligent geoinformation system for the forestry industry. *Geoinformatika [Geoinformatics]*, 3, 4–13. doi: 10.47148/1609-364X-2021-3-4-13 [in Russian].
2. Zayats, A. M., & Dumov, M. I. Web-data visualization application in the forest area monitoring and fire detection system. Certificate of registration of the computer program RU 2017664062, December 14, 2017. Application No. 2017618944 of August 30, 2017 [in Russian].
3. Bakulin, M., Kreyndelin, V., Melnik, S., Sudovtsev, V., & Petrov, D. (2022). Equivalent MIMO Channel Matrix Sparsification for Enhancement of Sensor Capabilities. *Sensors*, 22, P. 2041. Retrieved from <https://doi.org/10.3390/s22052041>.
4. Zayats, A. M., & Khabarov, S. P. (2019). Investigation of the operation algorithm of a distributed monitoring system for forest areas. *Izvestiia Sankt-Peterburgskoi lesotekhnicheskoi akademii [Proceedings of the St. Petersburg Forestry Academy]*, 229, 243–254 [in Russian].
5. Vagizov, M. R., Istomin, E. P., Miheev, V. L., Potapov, A. P., & Yagotinceva, N. V. (2021). Visual digital forest model based on a Remote Sensing data and forest inventory data. *Remote Sensing*, 13(20), P. 4092. doi: 10.3390/rs13204092.
6. Mironova, Yu. N. (2016). New methods of virtual modeling in geoinformation technologies. *Internet-zhurnal "Naukovedenie" [Internet journal "Naukovedenie"]*, 8(5). Retrieved from <http://naukovedenie.ru/PDF/03TVN516.pdf> [in Russian].
7. Istomin, E. P., Mikheev, V. L., Petrov, Ya. A., & Martyn, I. A. (2021). Modeling of wave processes in closed water areas of shallow water areas. *Geoinformatika [Geoinformatics]*, 3, 30–35. doi: 10.47148/1609-364X-2021-3-30-35 [in Russian].
8. Karpik, A. P., Avrunev, E. I., Dobrotvorskaya N. I., & et al. (2019). Organization of a system for geoinformation monitoring of the state of land resources in the coastal zone of the Novosibirsk reservoir. *Izvestiia Tomskogo politekhnicheskogo universiteta. Inzhiniring georesursov [Bulletin of the Tomsk Polytechnic University. Engineering of Georesources]*, 330(8), 133–145. doi: 10.18799/24131830/2019/8/2219 [in Russian].
9. Elshina, T. E., Kokorina, I. P., & Sysoev A. V. (2021). Creation and use of a 3D model of mountain relief for geoinformation support of tourism. *Vestnik SGUGiT [Vestnik SSUGT]*, 26(5), 108–118. doi: 10.33764/2411-1759-2021-26-5-108-118 [in Russian].
10. Batyrova, K. S., & Poshivailo Ya. G. (2021). History of augmented reality and prospects for its application in cartography. *Vestnik SGUGiT [Vestnik SSUGT]*, 26(5), 99–107. doi: 10.33764/2411-1759-2021-26-5-99-107 [in Russian].
11. Boyko, E. S., & Karagyan A. V. (2021). Digital modeling of tree and shrub vegetation of accumulative shores according to airborne laser scanning. *Vestnik SGUGiT [Vestnik SSUGT]*, 26(2), 103–114. doi: 10.33764/2411-1759-2021-26-2-103-114 [in Russian].
12. Yamashkin, S. A., Yamashkin, A. A., Zanozin, V. V., & Barmin, A. N. (2021). Development of an algorithm for classifying Earth remote sensing data using deep machine learning methods for analyzing a geosystem model of a territory. *Geodeziia i kartografiia [Geodesy and Cartography]*, 82(4), 54–64. doi: 10.22389/0016-7126-2021-970-4-54-64 [in Russian].
13. Bilan, V. I., Grigoriev, A. N., Dmitrikov, G. G., Dudin, E. A., & et al. (2020). Approach to spatial modeling of networks and groups of objects based on the weighted graph construction procedure. *Geodeziia i kartografiia [Geodesy and Cartography]*, 81(10), 49–58. doi: 10.22389/0016-7126-2020-964-10-49-58 [in Russian].
14. Krylenko, V. V., Krylenko, M. V., & Aleinikov, A. A. (2021). Possibilities of studying the relief and dynamics of the coastline of accumulative forms according to remote sensing data on the example of the geosystem of the Dolgaya Spit. *Vestnik SGUGiT [Vestnik SSUGT]*, 26(3), 58–70. doi: 10.33764/2411-1759-2021-26-3-58-70 [in Russian].
15. Elshina, T. E., Utrobina, E. S., & Sysoev, A. V. (2020). Visualization of a mountain relief model for web-maps. *Vestnik SGUGiT [Vestnik SSUGT]*, 25(1), 145–155. doi: 10.33764/2411-1759-2020-25-1-145-155 [in Russian].
16. Mitsevich, L., & Zhukovskaya, N. (2021). 3D modeling and GIS analysis for aerodrome forest obstacle monitoring. *Paper presented at the International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences – ISPRS Archives*, 43(B2-2021), 753–757. doi: 10.5194/isprs-archives-XLIII-B2-2021-753-2021.

17. Holopainen, M., Vastaranta, M., & Hyypä, J. (2014). Outlook for the next generation's precision forestry in finland. *Forests*, 5(7), 1682–1694. doi: 10.3390/f5071682.
18. Erdenetuya, M., Khudulmur, S., Erdenetsetseg, B., & Munkhzul, D. (2009). Remote sensing and GIS approaches for mongolian environmental monitoring under NGIC project activities. *Paper presented at the 30th Asian Conference on Remote Sensing, ACRS 2009, 1*, 350–355.

Author details

Marsel R. Vagizov – Ph. D., Associate Professor, Head of the Department of Information Systems and Technologies.

Anatoly M. Zayats – Ph. D., Professor, Department of Information Systems and Technologie.

Received 01.02.2022

© *M. R. Vagizov, A. M. Zayats*, 2022