

ПРОЕКТИРОВАНИЕ БАЗЫ ДАННЫХ В ЛЕСНОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Гаврилов Д.В.¹, Ярцева Н.А.², Ярцев М.Д.¹

Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент Карманов А.Г.²

¹ СПб ГЛТУ им. Кирова

² Университет ИТМО

karmanov.nip@gmail.com

Введение

Разработана база данных на платформе PostgreSQL с расширением PostGIS для комплексного управления лесным хозяйством. Система обеспечивает учет лесных ресурсов, планирование лесохозяйственных мероприятий, мониторинг состояния лесов и контроль лесопользования.

Основная часть

Реализована иерархическая структура данных, отражающая административное деление лесного фонда: лесничество → участковое лесничество → лесной квартал → лесной выдел, с жесткими связями и ограничениями целостности между уровнями. Каждому объекту присваиваются уникальные идентификаторы и реквизиты (название, площадь, ответственное лицо, дата последнего обновления). Связи между таблицами реализованы через внешние ключи с каскадным обновлением и удалением, что гарантирует непротиворечивость данных при изменении административных границ. Для обеспечения высокой производительности запросов по иерархии созданы В-деревья по ключевым атрибутам и составные индексы по часто используемым сочетаниям полей.

Пространственные характеристики (границы выделов, кварталов, участков) хранятся в PostgreSQL/PostGIS с использованием геометрических типов (POLYGON, MULTIPOLYGON) и пространственных индексов (GIST), что обеспечивает быстрый поиск и анализ по карте, выполнение геопространственных запросов на определение пересечений, расстояний и вложенности объектов. Система поддерживает работу с различными системами координат, что позволяет импортировать данные из внешних ГИС (например, QGIS, ArcGIS) и экспортировать результаты анализа в стандартных форматах (Shapefile, GeoJSON).

Предусмотрены специализированные блоки данных: таксация (породный состав, возраст, запас, бонитет, класс товарности, полнота древостоя, тип леса), лесохозяйственные мероприятия (планы рубок, лесовосстановления, ухода за лесом с указанием видов работ, объемов, сроков и исполнителей), контроль нарушений (фиксация инцидентов с привязкой к координатам, фотодокументированием, протоколами и назначением мер воздействия), мониторинг пожаров и вредителей (события и динамика наблюдений с регистрацией координат очагов, площадей поражения, видов вредителей и болезней), экономический учет (работы, затраты, договоры/платежи в рамках учетных задач). Для каждого блока

разработаны нормализованные таблицы, минимизирующие избыточность данных, и представления (views) для удобства формирования отчетов.

Разработана многоуровневая система безопасности: ролевой доступ по категориям пользователей (администратор, лесничий, инспектор, экономист, внешний наблюдатель), разграничение прав на чтение/изменение критичных таблиц с помощью механизма GRANT/REVOKE, защита чувствительных данных (например, персональных данных ответственных лиц, коммерческой информации) путем шифрования отдельных полей, и аудит действий пользователей для обеспечения прослеживаемости операций. Аудит реализован через триггеры, автоматически фиксирующие в отдельной таблице-журнале все изменения данных (тип операции, старые и новые значения, метку времени, идентификатор пользователя).

Выводы

Созданная база данных обеспечивает целостное представление о состоянии лесных ресурсов, автоматизирует рутинные операции, гарантирует соблюдение нормативных требований. Система создает основу для цифровизации лесного хозяйства, внедрения элементов точного лесного хозяйства и интеграции с геоинформационными системами.

Литература

1. Иванов А. С., Петров В. Г. Применение геоинформационных систем и технологий баз данных в лесном хозяйстве // *Лесное хозяйство*. – 2021. – № 4. – С. 18–24.
2. Сидорова Е. Л. Проектирование отраслевых баз данных для природопользования на основе PostgreSQL/PostGIS // *Информационные технологии*. – 2022. – № 3. – С. 45–51.
3. Kozak R., Maness T. Digital transformation in forestry: a review of database and GIS applications // *Forestry Chronicle*. – 2020. – Vol. 96, No. 2. – P. 123–130.
4. Михайлов К. А. Методы обеспечения целостности и безопасности данных в распределенных информационных системах природопользования // *Программные продукты и системы*. – 2021. – № 1. – С. 67–73.
5. Smith J., Brown L. Remote sensing and database integration for forest monitoring // *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*. – 2019. – Vol. 78. – P. 34–42.
6. Громов П. Н. Автоматизация таксационных работ с использованием современных СУБД // *Известия высших учебных заведений. Лесной журнал*. – 2020. – № 6. – С. 112–120.