

УДК 004.65

## ПРОЕКТИРОВАНИЕ РЕЛЯЦИОННОЙ БАЗЫ ДАННЫХ ДЕНДРОХРОНОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Кокова В.И.

Хакасский технический институт – филиал СФУ (Республика Хакасия, г. Абакан, ул. Щетинкина, 27), email: [ko2va2lya@mail.ru](mailto:ko2va2lya@mail.ru)

Белокопытова Л.В.

Хакасский технический институт – филиал СФУ (Республика Хакасия, г. Абакан, ул. Щетинкина, 27), email: [white\\_lili@mail.ru](mailto:white_lili@mail.ru)

Прохорович И.М.

Хакасский технический институт – филиал СФУ (Республика Хакасия, г. Абакан, ул. Щетинкина, 27), email: [oxyclown1@gmail.com](mailto:oxyclown1@gmail.com)

Строгий В.В.

Хакасский технический институт – филиал СФУ (Республика Хакасия, г. Абакан, ул. Щетинкина, 27), email: [nx4hor@gmail.com](mailto:nx4hor@gmail.com)

*Дендрохронология занимается датировкой годовых слоев прироста древесины и связанных с ними событий, изучением влияния экологических факторов на величину прироста древесины, анатомическую структуру годовых слоев и их химический состав, а также анализом содержащейся в годовых слоях информации для целей реконструкции условий окружающей среды. Объектом дендрохронологических исследований являются различные показатели годового прироста в стволах, ветвях и корнях деревянистых растений. На основе изучения информации, содержащейся в годовых слоях прироста древесины, производится абсолютная и относительная датировка слоев прироста древесины и событий в природных экосистемах, а также реконструкция многих важных параметров внешней среды за длительные интервалы времени. Спроектирована реляционная фактографическая база данных для дендрохронологических исследований в научно-исследовательской лаборатории «Дендрозкология и экологический мониторинг» ХТИ – филиала СФУ, состоящая из 11 нормализованных таблиц. Нормализация таблиц доведена до 4 нормальной формы. В базе данных хранится информация о дереве; дендростанции; почве, на которой росло дерево; хронологии; измерениях параметров клеток древесины и ширины годовых колец; публикациях и сотрудниках. Нормализация позволит минимизировать избыточность данных, соблюдать целостность и непротиворечивость данных, повысит надежность и стабильность работы с базой данных.*

*Ключевые слова: реляционная база данных, таблица, нормализация, атрибут, дендрохронология, люмен, клеточная структура древесины, ширина годового кольца.*

Kokova V.I.

Khakass Technical Institute – the Branch of SFU (Abakan, Shchetinkina st., 27), e-mail: [ko2va2lya@mail.ru](mailto:ko2va2lya@mail.ru)

Belokopytova L.V.

Khakass Technical Institute – the Branch of SFU (Abakan, Shchetinkina st., 27), e-mail: [white\\_lili@mail.ru](mailto:white_lili@mail.ru)

Prohorovich I.M.

Khakass Technical Institute – the Branch of SFU (Abakan, Shchetinkina st., 27), e-mail: [oxyclown1@gmail.com](mailto:oxyclown1@gmail.com)

Strogiy V.V.

Khakass Technical Institute – the Branch of SFU (Abakan, Shchetinkina st., 27), e-mail: [nx4hor@gmail.com](mailto:nx4hor@gmail.com)

*Dendrochronology deals with the dating of annual layers of wood growth and related events, the study of the influence of environmental factors on the magnitude of wood growth, the anatomical structure of annual layers and their chemical composition, and the analysis of information contained in annual layers for the purpose of reconstructing environmental conditions. The object of dendrochronological studies are various indicators of annual growth in trunks, branches and roots of woody plants. Based on the study of information contained in annual layers of wood growth, an absolute and relative dating of the layers of wood growth and events in natural ecosystems is*

*made, as well as the reconstruction of many important parameters of the external environment over long time intervals. The relational factographic database for storing dendrochronological research data was developed in the scientific-educational laboratory "Dendroecology and Ecological Monitoring", Khakass Technical Institute, Siberian Federal University. It consists of 11 normalized tables. The normalization of the tables is brought to the fourth normal form. The database stores information about the tree; dendrological station; the soil on which the tree grows; chronology; measurements of the wood cell parameters and tree ring width; publications and employees. Normalization allows to minimize data redundancy, to respect the integrity and consistency of data, to increase the reliability and stability of work with the database.*

*Key words: relational database, table, normalization, attribute, dendrochronology, wood cell structure, tree ring width.*

В настоящее время трудно найти сферу деятельности, в которой не использовались бы базы данных (БД). В общем смысле термин БД можно применить к любой совокупности связанной информации, объединенной вместе по определенному признаку.

Не является исключением и деятельность людей, занимающихся дендрохронологическими исследованиями.

Дендрохронология занимается датировкой годичных слоев прироста древесины и связанных с ними событий, изучением влияния экологических факторов на величину прироста древесины, анатомическую структуру годичных слоев и их химический состав, а также анализом содержащейся в годичных слоях информации для целей реконструкции условий окружающей среды. Древесно-кольцевая хронология представляет собой дискретный временной ряд длительностью от нескольких лет до многих тысячелетий, характеризующий тот или другой показатель годичного прироста, физико-механические свойства, анатомическую структуру и химический состав древесины в стволах, ветвях и корнях деревянистых растений [2, 5].

Объектом дендрохронологических исследований являются различные показатели годичного прироста в стволах, ветвях и корнях деревянистых растений. На основе изучения информации, содержащейся в годичных слоях прироста древесины, производится абсолютная и относительная датировка слоев прироста древесины и событий в природных экосистемах, а также реконструкция многих важных параметров внешней среды за длительные интервалы времени [5].

В научно-исследовательской лаборатории «Дендрэкология и экологический мониторинг» Хакасского технического института – филиала СФУ изучают в частности годичные слои прироста древесины (или годичные кольца на поперечных спилах) у многолетних деревянистых растений.

Измерения ширины годичных колец (ШГК) ведутся с помощью Lintab – специально сконструированного полуавтоматического комплекса, который состоит из бинокулярного микроскопа,двигающегося столика, приспособления, преобразующего электронный сигнал в цифровой, прерывателя сигнала и компьютера со специальным программным обеспечением.

Для измерения клеточных размеров используется программа «Lineyka», разработанная Силкиным П.П. Данная разработка специализированного программного обеспечения позволяет измерять размеры люмена и толщины двойной клеточной стенки, вычислять ширину годичных колец, проводить стандартизацию к среднему числу клеток, а также к 15 клеткам. Результаты измерений выводятся в текстовые файлы.

В настоящее время множество данных различных измерений и исследований хранятся в текстовых файлах. Для обработки данных результаты измерений переносятся в электронную таблицу Excel. Для анализа полученных данных необходимо построить большое количество различного вида диаграмм и графиков, например, трахеидограмм. Необходимо знать клеточные измерения какого рода и вида дерева производились, где росло дерево, на какой почве и т.д. В настоящее время множество данных различных измерений и исследований хранятся в текстовых файлах на разных компьютерах. В таких условиях целостность и непротиворечивость данных приходится соблюдать вручную, что повышает вероятность возникновения разного рода ошибок из-за человеческого фактора.

Поэтому возникла необходимость спроектировать реляционную фактографическую базу данных для хранения данных для дендрохронологических исследований.

Весь процесс проектирования реляционной базы данных производился в терминах реляционной модели данных методом последовательных приближений к удовлетворительному набору схем отношений. Сначала было построено одно отношение, затем на каждом шаге проектирования производился некоторый набор схем отношений, обладающих лучшими свойствами. Другими словами, отношение делили на несколько отношений согласно теории нормализации и здравого смысла.

*Нормализация* – это разбиение таблицы на две или более, обладающих лучшими свойствами при включении, изменении и удалении данных [3, 4].

Окончательная цель нормализации сводится к получению такого проекта базы данных, в котором каждый факт появляется лишь в одном месте, т. е. исключена избыточность информации [4]. Это делается как с целью экономии памяти, так и для исключения возможной противоречивости хранимых данных.

Нормализация минимизирует избыточность данных (избыточность данных совсем не исключается, так как для связи таблиц ключевые атрибуты все-таки повторяются), повышает надежность и стабильность работы с базой данных.

После изучения предметной области, а также требований и предложений сотрудников лаборатории авторы статьи пришли к выводу, что база данных должна содержать как минимум следующую информацию:

1. Сведения о дендростанции (название, описание, тип почвы на данном участке).

2. Сведения о дереве (род и вид дерева на русском языке и на латыни, дата сбора керна, имя образца). Необходимо учесть на какой дендростанции росло дерево, а также с живого дерева взят керн или с пня.

3. Данные о хронологии (тип хронологии, количество исследуемых деревьев, за какой период времени исследуются данные, описания измерений и обработки данных).

4. Измерения ширины годичных колец, проводимые на Lintab.

5. Измерения параметров клеток древесины (D и CWT) пяти рядов, вычисленные средние значения люмена и толщины клеточной стенки, а также ширину годичного кольца, полученные с помощью программы «Lineyka».

6. Данные о сотрудниках института (фамилия, имя; отчество, подразделение, в котором работает сотрудник, его должность, ученая степень, ученое звание и контакты).

7. Данные о публикациях (вид публикации, название публикации, где и когда издана публикация, ее описание).

Была спроектирована реляционная фактографическая база данных из 11 нормализованных связанных таблиц с помощью теории нормализации.

Нормализация доведена до 4-ой нормальной формы, так как имелись многозначные зависимости между сотрудниками, публикациями и хронологией, а также между деревьями и хронологией. Например, одну статью могли написать несколько сотрудников, и сотрудник мог написать несколько статей, по одной хронологии можно написать несколько статей несколькими сотрудниками, один сотрудник может работать над несколькими хронологиями. Другой пример, в хронологии используются несколько деревьев, одно дерево может использоваться в разных хронологиях. Для реализации связи МНОГО КО МНОГИМ была создана ассоциативная сущность, связывающая таблицы «Сотрудник», «Публикации» и «Хронология», а также ассоциативные сущности «Измерения 1» и «Измерения 2», связывающие таблицы «Дерево» и «Хронология». База данных содержит справочники: «Тип хронологии», «Род и вид дерева», «Тип почвы» и «Дендростанция». Атрибуты «ШГК» в таблицах «Измерения 1» и «Измерения 2» получены разными способами, в дальнейшем строятся графики для сравнения ШГК, чтобы проверить правильность измерений.

*Ассоциативная сущность (ассоциация)* – это связь вида МНОГО КО МНОГИМ между двумя или более сущностями или экземплярами сущности [1, 4].

Таблицы не содержат транзитивных зависимостей, то есть, нет зависимостей неключевых атрибутов от других неключевых атрибутов, следовательно, все таблицы находятся в третьей нормальной форме, а таблицы «Хронология», «Сотрудник», «Публикации» и «Дерево» находятся в четвертой нормальной форме.

Построенная в духе ER-диаграмм информационно-логическая модель базы данных приведена на рисунке 1. На рисунке в виде прямоугольников изображены таблицы, а связь между таблицами показана линиями соединения. Связь осуществляется по равенству значений соответствующих атрибутов. Цифра 1 говорит о том, что указанный атрибут является первичным ключом, а буква N – вторичным или внешним.

По требованию лаборатории и учитывая квалификацию сотрудников лаборатории, база данных создана в системе управления базами данных (СУБД) Microsoft Access.

В дальнейшем планируется разработка автоматизированной информационной системы (АИС), ядром которой и послужит спроектированная реляционная база данных. АИС позволит автоматически переносить данные из текстовых файлов в базу данных, строить трахеидограммы, создавать необходимые запросы и отчеты.

### Список литературы

1. Агальцов, В.П. Распределенные и удаленные базы данных / В.П. Агальцов. – М.: Форум, 2012. – 352 с.
2. Ваганов, Е. А. Дендрохронологические методы в изучении истории климата Сибири / Е. А. Ваганов, С. Г. Шиятов // Проблемы реконструкции климата и природной среды голоцена и плейстоцена Сибири. – Новосибирск, 1998. – С. 56-64.
3. Голицына, Ольга Леонидовна. Базы данных : учебное пособие; допущено МО РФ / О. Л. Голицына, Н. В. Максимов, И. И. Попов. – 3-е изд., испр. и доп. – М.: Форум, 2012. – 400 с.
4. Кокова, В.И. Базы данных : учебное пособие.; рекомендовано УМО по образованию в области прикладной информатики / В. И. Кокова ; Сиб. федер. ун-т; ХТИ – филиал СФУ. – Абакан : Ред.-изд. сектор ХТИ – филиала СФУ, 2014. – 192 с.
5. Шиятов, С. Г. Методы дендрохронологии. Часть I. Основы дендрохронологии. Сбор и получение древесно-кольцевой информации: Учебно-методическое пособие / С. Г. Шиятов, Е. А. Ваганов, А. В. Кирдянов, В. Б. Круглов, В. С. Мазепа, М. М. Наурзбаев, Р. М. Хантемиров – Красноярск: КрасГУ, 2000. – 80 с.

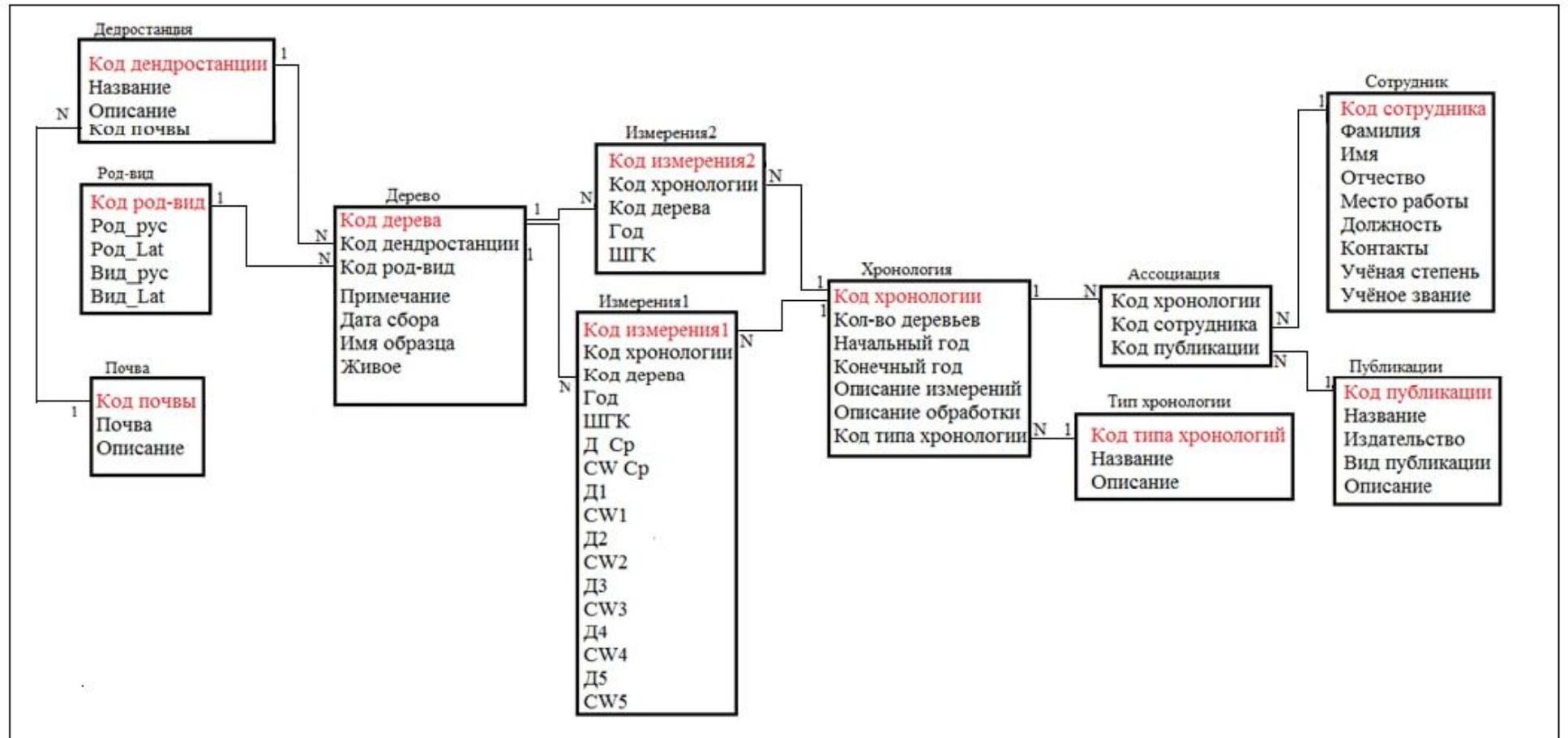


Рис. 1. Информационно-логическая модель