

УДК 630\*52:630\*174.754; 681.3.066

**М.П.Воронов \*, В.А.Усольцев \*.\*\*, В.П. Часовских \***  
(M.P. Voronov, V.A. Usoltsev, V.P. Chasovskikh)  
(\*Уральский государственный лесотехнический университет,  
\*\*Ботанический сад УрО РАН)



Воронов Михаил Петрович родился в 1980 г., окончил факультет экономики и управления УГЛТУ в 2003 г. и факультет экономики и управления Института международных связей по специальности «Мировая экономика» в 2005 г., кандидат технических наук. Имеет 34 научные публикации в области автоматизированных систем управления, информационных технологий, дистанционного образования.



Усольцев Владимир Андреевич родился в 1940 г., окончил в 1963 г. Уральский лесотехнический институт, доктор сельскохозяйственных наук, профессор Уральского государственного лесотехнического университета, заслуженный лесовод России, заведующий лабораторией экологии и биопродуктивности растительных сообществ Ботанического сада УрО РАН. Имеет 300 печатных работ по проблемам оценки и моделирования биологической продуктивности лесов.



Часовских Виктор Петрович родился в 1947 г., в 1971 г. окончил Уральский политехнический институт, доктор технических наук, профессор, заслуженный работник ВШ РФ, академик РАЕН и РАИН, декан факультета экономики и управления Уральского государственного лесотехнического университета. Имеет 190 печатных работ, из них 65 по вопросам применения информационных технологий и моделирования в лесопромышленном комплексе.

## **ВВЕДЕНИЕ В СИСТЕМУ ПРОСТРАНСТВЕННОГО АНАЛИЗА ДЕПОНИРОВАНИЯ УГЛЕРОДА В ЛЕСАХ УРАЛЬСКОГО РЕГИОНА**

(INTRODUCTION IN THE SYSTEM OF SPACE ANALYSIS OF  
CARBON DEPOSITION ON THE FORESTS OF URAL REGION)

*Предпринята первая попытка создания виртуальной системы пространственного анализа углероддепонирующей способности лесов на основе совмещения «бумажных» алгоритмов картирования углерода и его годичного депонирования с форматами СУБД ADABAS и ГИС.*

*This is the first attempt to create a system of virtual analysis of forest biomass distribution on the Urals territory using software ADABAS and GIS.*

Информационные потоки сегодня на шесть порядков превышают естественные возможности человечества усваивать информацию (Кондратьев и др., 2003). Традиционная «бумажная» информатика полностью исчерпала себя, и будущее – за безбумажной информатикой (Глушков, 1987). Наличие карт-схем, составленных на уровне лесхозов (Усольцев, 2007), создает предпосылку для создания автоматизированных и актуализируемых систем пространственного анализа депонирования углерода в совмещенном формате системы управления базой данных (СУБД) и геоинформационной системы (ГИС). Сегодня нетривиальными возможностями, позволяющими строить как традиционные иерархические, сетевые и реляционные SQL базы данных, так и сложные текстовые информационно-поисковые и интегрированные системы, системы обработки изображений и постреляционные структуры для моделирования человеческой деятельности, экспертного анализа сложных производственных и прочих процессов, обладает одна из наиболее быстродействующих в мире СУБД ADABAS (<http://www.softwareag.com/ru>) с редактором приложений Natural (Часовских и др., 2006). В ГИС-формате имеется опыт экстраполяции (наложения) экспериментальных данных об углеродных пулах на карты растительного покрова (Черкашин и др., 2000) и формирования цифровых карт запасов фитомассы лесов на основе интерпретации цифровых космических изображений (Корец и др., 2007).

В нашей работе предпринята попытка перевести традиционные «бумажные» базы данных (БД) о запасах фитомассы насаждений на пробных площадях (Усольцев, 2007), совмещенные с БД Государственного учета лесного фонда (ГУЛФ), в формат автоматизированных информационных систем средствами СУБД ADABAS (Часовских и др., 2006) и ГИС (Черкашин и др., 2000; Корец и др., 2007). Общий расчетный алгоритм показан на рис. 1.

В основу системы пространственного анализа фитомассы лесов положены следующие принципы: 1) гибкость системы (возможность изменения в соответствии с изменяющимися условиями); 2) актуализация состояния данных (возможность постоянного обновления фактических данных пробных площадей и данных ГУЛФ); 3) оперативность получения информации (возможность просмотра состояния БД и каждой записи в наглядной форме) и 4) наличие расчетного инструментария для эмпирических моделей (возможность автоматизированного их расчета).

Эти принципы реализованы в трех приложениях системы, выполненных в среде Natural: 1) приложение поиска данных (рис. 2); 2) приложение актуализации данных, их проверки и предварительного расчета величин (рис. 3) и 3) приложение редактирования внесенных данных (рис. 4).

### СУБД – формат

### ГИС - формат

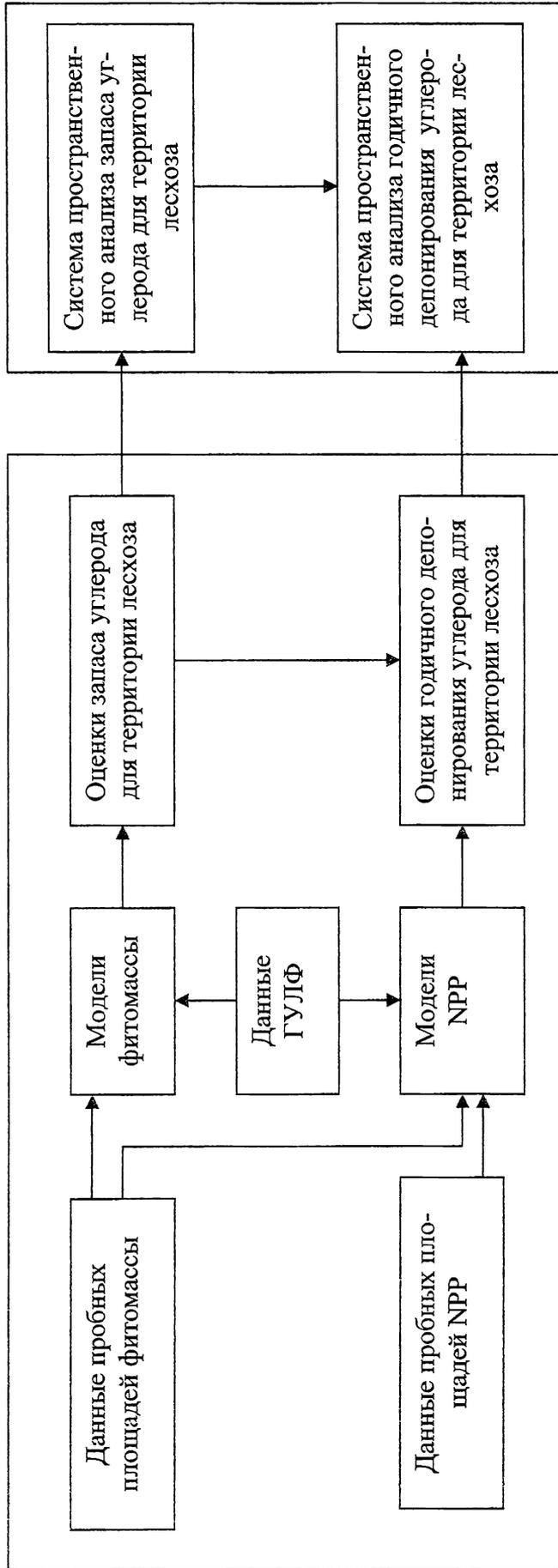


Рис. 1. Блок-схема общего расчетного алгоритма автоматизированной системы пространственного анализа запаса и депонирования углерода в территориальном комплексе

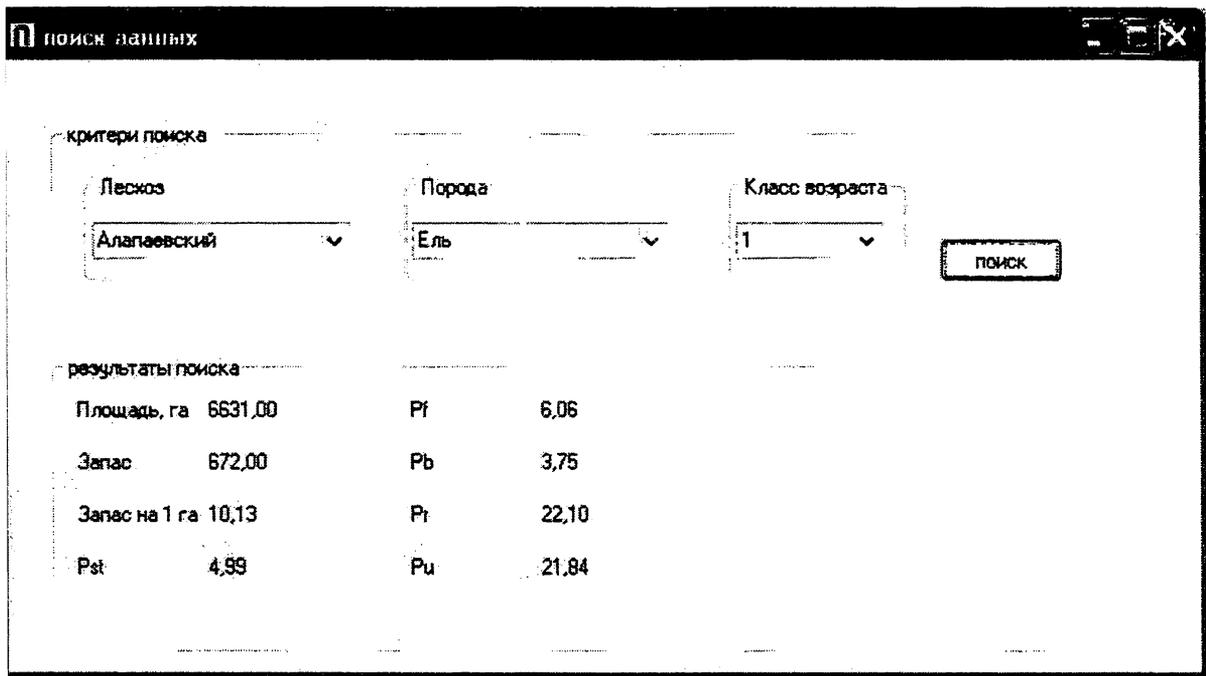


Рис. 2. Приложение поиска данных

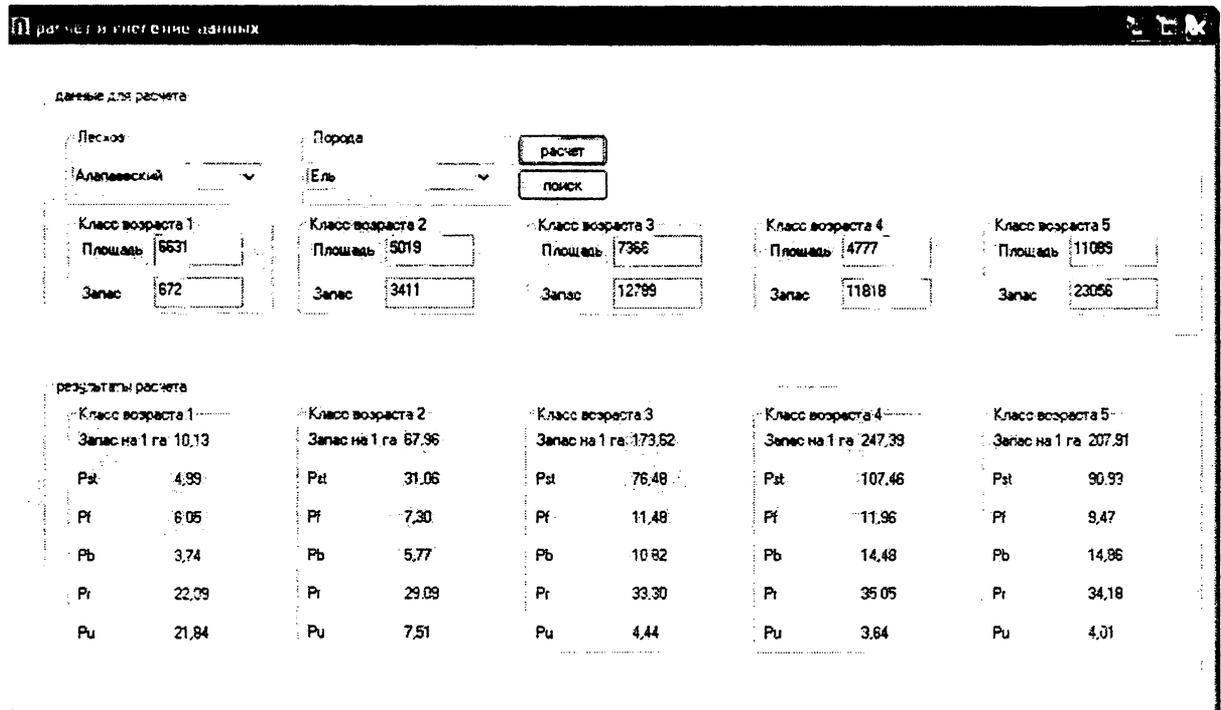


Рис. 3. Приложение актуализации данных, их проверки и предварительного расчета величин

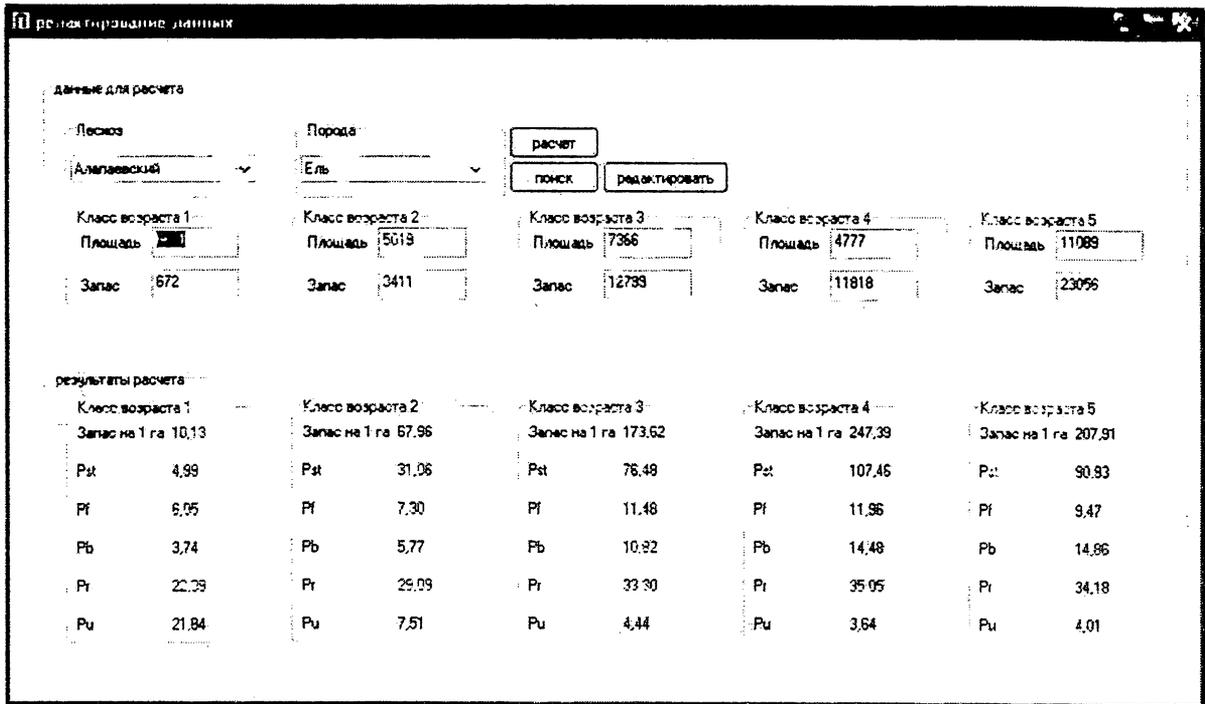


Рис. 4. Приложение редактирования внесенных данных

### Приложение поиска данных

Назначение приложения – предоставление пользователю системы данных на основе вводимых критериев. Используются 3 критерия: название лесхоза; древесная порода и класс возраста. Эти критерии вводятся пользователем посредством соответствующих полей со списком, и посредством кнопки «поиск» выводятся на экран следующие данные: площадь, га; запас, м<sup>3</sup>; запас, м<sup>3</sup>/га; фитомасса (т/га) стволов, листы, ветвей, корней и нижних ярусов (соответственно  $P_{st}$ ,  $P_f$ ,  $P_b$ ,  $P_r$  и  $P_u$ ). Расчет фитомассы осуществляется посредством системы регрессионных уравнений, полученных по фактическим данным пробных площадей (Усольцев, 2007):

$$\ln P_i = f [\ln A, (\ln A)^2, \ln M],$$

где  $P_i$  (фракции фитомассы  $P_{st}$ ,  $P_f$ ,  $P_b$ ,  $P_r$  и  $P_u$ );  $A$  – возраст насаждений, лет;  $M$  – запас, м<sup>3</sup>/га. Показатели фитомассы переводятся в значения углерода по конверсионному коэффициенту 0,5 (Кобак, 1988).

### Приложение актуализации данных, их проверки и предварительного расчета величин

Назначение приложения – осуществление предварительных расчетов величин и внесение вводимых и расчетных данных в БД. Пользователю предлагается ввести (или выбрать из выпадающего списка) название лесхоза и породу. Затем для каждого класса возраста (1-5) вводятся данные лесопокрытой площади и запаса. На основании введенных данных осуще-

ствляется расчет фитомассы (т/га) стволов, листвы, ветвей, корней и нижних ярусов по приведенным выше уравнениям.

Поскольку данные по классам возраста и породам для каждого лесхоза во избежание дублирования должны быть уникальными, системой предусматривается процедура проверки вводимых данных. Проверка осуществляется при запуске пользователем процедуры расчета величин (кнопка «расчет»). В случае, когда в БД уже встречается комбинация введенных пользователем *названия лесхоза* и *породы*, выдается следующее информационное сообщение (рис. 5).

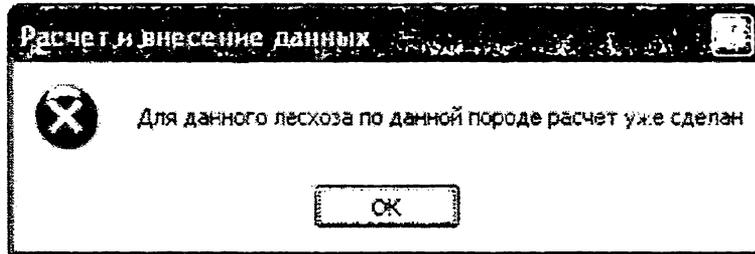


Рис. 5. Информационное сообщение, выдаваемое в случае, когда в БД уже встречается комбинация введенных пользователем названия лесхоза и породы

При закрытии сообщения (см. рис. 5) пользователю предлагается повторный ввод данных. Кроме того, во избежание дублирования данных предусматривается процедура поиска записей в БД по *названию лесхоза* и *породе* (кнопка «поиск»). В данном случае при наличии соответствующей записи в БД на экран выдаются следующие данные по всем классам возраста: запас, м<sup>3</sup>/га; фитомасса стволов ( $P_{st}$ ), листвы ( $P_l$ ), ветвей, корней ( $P_r$ ) и нижних ярусов ( $P_u$ ). Также производится проверка на отсутствие нулевых значений критериев *площадь* и *запас* для всех классов возраста.

#### Приложение редактирования внесенных данных

Назначение приложения – изменение ранее внесенных в БД данных в случае некорректного ввода или изменения критериев *площадь* и *запас*. Пользователю предлагается поиск записей в БД по критериям *название лесхоза* и *порода* (кнопка «поиск»), после чего на экран выдаются следующие данные по всем классам возраста: площадь, га; запас, м<sup>3</sup>; запас ( $M$ ), м<sup>3</sup>/га; фитомасса по фракциям. Далее предлагается возможность изменить критерии *площадь* и *запас* по всем классам возраста. После ввода новых значений запускается процедура пересчета величин (кнопка «расчет», см. рис. 4.): запас, м<sup>3</sup>/га; фитомасса стволов листвы, ветвей, корней и нижних ярусов.

Для фиксирования изменений в значениях величин в БД пользователю предлагается воспользоваться кнопкой «редактировать» (см. рис. 4.). В случае, когда введенные пользователем критерии *площадь* и *запас* являют-

ся уникальными, пользователь информируется следующим сообщением (рис. 6.).

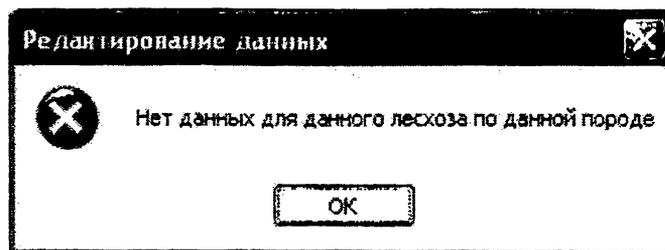


Рис. 6. Информационное сообщение, выдаваемое в случае, когда введенные пользователем критерии *площадь* и *запас* являются уникальными

Кроме того, производится проверка на отсутствие нулевых значений критериев *площадь* и *запас* для всех классов возраста.

Изложенное представляет собой начальный этап формирования автоматизированной информационной системы по фитомассе лесов средствами СУБД ADABAS и Natural.

### Библиографический список

Глушков, В.М. Основы безбумажной информатики [Текст] / В.М.Глушков. 2-е изд. - М.: Наука, 1987. - 552 с.

Кобак, К.И. Биотические компоненты углеродного цикла [Текст] / К.И. Кобак. - Л.: Гидрометеиздат, 1988. - 248 с.

Кондратьев, К.Я. Естественнаучные основы устойчивости жизни [Текст]/ К.Я. Кондратьев, К.С. Лосев, М.Д. Ананичева, И.В. Чеснокова. - М.: ЦС АГО, 2003. - 239 с.

Корец, М.А. Дистанционная индикация структуры лесных территорий [Текст] / М.А. Корец, И.В. Данилова, В.П. Черкашин // Региональные проблемы экосистемного лесоводства. – Красноярск: Ин-т леса СО РАН, 2007. - С. 52-68.

Усольцев, В.А. Биологическая продуктивность лесов Северной Евразии: методы, база данных и ее приложения [Текст] / В.А.Усольцев. - Екатеринбург: УрО РАН, 2007. - 636 с.

Часовских, В.П. Информационные технологии в управлении: СУБД ADABAS и проектирование приложений средствами Natural [Текст] / В.П. Часовских, М.П. Воронов, А.С. Фатеркин. - Екатеринбург: УГЛТУ, 2006. - 476 с.

Черкашин, В.П. Оценка средствами ГИС продуктивности лесов и запасов в них углерода [Текст] / В.П. Черкашин, В.Д.Стаканов, И.А. Михайлова // Новые технологии для управления и развития региона. - Красноярск: КГЦМиЗ, 2000. - С. 168-177.

*Работа поддержана РФФИ, грант № 07-07-96010.*

