

УДК 630*52:630*174.754

М.П. Воронов, В.А. Усольцев, В.П. Часовских, И.С. Лазарев, Н.В. Сенчило

Уральский государственный лесотехнический университет

Воронов Михаил Петрович родился в 1980 г., окончил в 2003 г. Уральский государственный лесотехнический университет и в 2005 г. Институт международных связей, кандидат технических наук, доцент кафедры менеджмента и внешнеэкономической деятельности предприятия УГЛТУ. Имеет около 50 научных публикаций в области автоматизированных систем управления, информационных технологий, дистанционного образования.

E-mail: mstrk@yandex.ru



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, главный научный сотрудник Ботанического сада УрО РАН. Имеет более 500 печатных работ по проблемам оценки и моделирования биологической продуктивности лесов.

E-mail: Usoltsev50@mail.ru



Часовских Виктор Петрович родился в 1947 г., окончил в 1971 г. 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 более 200 печатных работ, в том числе по вопросам применения информационных технологий и моделирования в лесопромышленном комплексе.

E-mail: _vip@uafeu.ru



Лазарев Иван Сергеевич родился в 1987 г., окончил в 2009 г. Уральский институт государственной пожарной службы МЧС России, аспирант Уральского государственного лесотехнического университета. Имеет 10 печатных работ по проблемам оценки продуктивности лесов.

E-mail: ivanlazarev1987@mail.ru



Сенчило Наталья Валерьевна окончила в 2011 г. Уральский институт государственной пожарной службы МЧС России, аспирант Уральского государственного лесотехнического университета. Имеет около 10 печатных работ в области оценки продуктивности лесов.

E-mail: Natys9i@mail.ru



АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ОПРЕДЕЛЕНИЯ И КАРТИРОВАНИЯ ДЕПОНИРУЕМОГО ЛЕСАМИ УГЛЕРОДА В СРЕДЕ СУБД ADABAS

Путем совмещения баз данных о фитомассе и чистой первичной продукции по лесничествам Уральского региона* рассчитаны общий углеродный пул фитомассы лесов и годичное депонирование углерода в фитомассе. Алгоритм впервые реализован

* По состоянию на 2007 г.

в среде СУБД ADABAS, с помощью которой все расчеты по депонированию углерода в лесах Уральского региона можно актуализировать в автоматическом режиме.

Ключевые слова: информационные системы, углеродный пул, депонирование углерода, лесной покров, регрессионные уравнения, автоматическая актуализация, карты-схемы.

Перевод «бумажной» базы данных о биопродуктивности лесных экосистем в формат СУБД ADABAS дает возможность не только ее реструктуризации и группировки данных по методам их получения и задаваемым наборам показателей, но и автоматизированного совмещения ее с картами лесов, базами данных о фитомассе и чистой первичной продукции (ЧПП) и Государственного учета лесного фонда (ГУЛФ), традиционными таксационными нормативами и т. д.

Предварительно был разработан расчетный алгоритм, позволяющий оценить запасы углерода и его годовое депонирование на лесопокрытой площади 106 млн га для каждого из 305 лесничеств Уральского региона (Ямало-Ненецкий и Ханты-Мансийский автономные округа, республики Коми и Башкортостан, Тюменская, Свердловская, Челябинская, Курганская, Оренбургская области, Пермский край). В основе расчетного алгоритма лежит процедура совмещения баз данных фитомассы и ЧПП с базой данных ГУЛФ* (рис. 1).

Из сформированной базы данных о запасах фитомассы в насаждениях основных лесообразующих древесных пород Северной Евразии [3, 4] для Урала и прилегающих к нему регионов отобрано 1400 определений. Данные о фитомассе проанализированы в связи с возрастом и запасом древостоев как основными определяющими массообразующими показателями, входящими в сводки ГУЛФ. Модели, описывающие зависимость фитомассы в абсолютно сухом состоянии (P_i , т/га) каждой фракции (стволы, ветви, хвоя, корни, нижние ярусы, куда включены подлесок, подрост и напочвенный покров – соответственно P_{st} , P_{br} , P_f , P_r , P_u , т/га) от возраста (A , лет) и запаса (M , м³/га) древостоя, рассчитаны для каждой древесной породы отдельно:

$$\ln P_i = f[\ln A, (\ln A)^2, \ln M]. \quad (1)$$

Данные ГУЛФ по каждому лесничеству структурированы, т.е. представлены в виде таблиц распределения лесопокрытых площадей, занимаемых каждой породой, по запасу стволовой древесины и возрасту. Затем выполнено совмещение двух баз данных (фитомассы и ГУЛФ) путем табулирования моделей (1) по данным структурированных таблиц (см. рис. 1).

Структура моделей для ЧПП (Z_i , т/га) отличается от (1) тем, что в качестве независимых переменных она включает не только возраст и запас древостоя, но и запас фитомассы:

$$\ln Z_i = f(\ln A, \ln M, \ln P_i). \quad (2)$$

* Для построения моделей (рис. 1, 2) использована база данных ГУЛФ последних инвентаризаций, до введения Лесного кодекса и реорганизации лесного хозяйства.

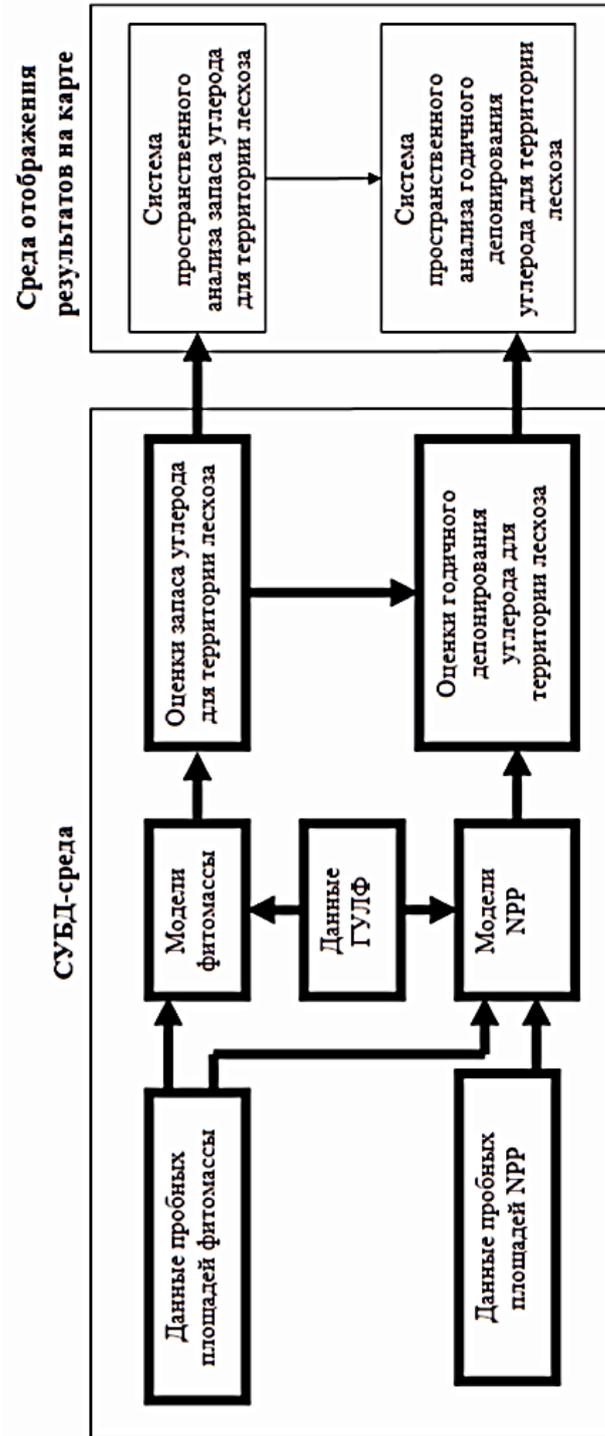


Рис. 1. Блок-схема общего расчетного алгоритма автоматизированной системы пространственного анализа запаса и депонирования углерода в территориальном комплексе

Рассчитанные модели (2) совмещаются не только с данными ГУЛФ, но и с результатами расчета фитомассы согласно (1). Тем самым имеется возможность экстраполяции данных фитомассы (запаса углерода) и ЧПП (годового депонирования углерода), полученных на пробных площадях, на лесопокрытую площадь территориального образования с учетом того, что количество фитомассы и содержащегося в ней углерода связаны соотношением 2:1.

Расчетный алгоритм (рис. 1) переведен в формат информационной системы средствами СУБД ADABAS с редактором приложений Natural [5]. Программный продукт СУБД ADABAS известен в России как высоконадежная и чрезвычайно производительная система для создания и эксплуатации больших баз данных на мейнфреймах [1].

Для получения коэффициентов регрессионных уравнений (КРУ) (1) и (2) использован способ Чебышева. Алгоритм расчета коэффициентов реализуется в виде специального программного кода. Для запуска алгоритма расчета регрессионных коэффициентов в рамках основного приложения редактирования внесенных данных созданы соответствующие элементы управления. Для изменения файла хранения исходных данных создается специализированное управляющее приложение. Элемент управления «Редактирование исходных данных» запускает приложение выбора переменных, которые будут включены в регрессионный анализ. В рамках данного приложения пользователь может редактировать уже имеющиеся исходные данные, добавлять новые или удалять некорректные. После сохранения результатов расчета уравнений запускается алгоритм пересчета всех ранее сохраненных итоговых значений.

Создаются следующие элементы (файлы): 1 – приложения просмотра, внесения и изменения значений фитомассы и ЧПП по каждому лесничеству; 2 – автоматизированный расчет значений фитомассы и ЧПП для всех лесничеств; 3 – типовые отчетные формы, отображающие результаты расчета значений фитомассы и ЧПП; 4 – карты в ГИС, отображающие границы лесничеств Уральского региона и значения фитомассы и ЧПП по каждой древесной породе и каждому лесничеству, а также суммарные значения по всем породам одного лесничества.

Структура и взаимосвязи элементов предложенной информационной системы отражены на схеме (рис. 2). Создано шесть типовых отчетных форм, при помощи которых оценивается углерододепонирующая способность лесов в Уральском регионе. Эти отчеты формируются на основе шести основных запросов к базам данных системы. Запуск запросов производится из главного управляющего приложения.

Для вывода итоговых данных на интерактивную карту использована ГИС «Карта 2008», версия 10.5.2, с помощью которой созданы две карты лесничеств по Уральскому региону: для отображения значений фитомассы и ЧПП. В каждой карте задается по одному слою для 10 пород, по одному слою для отображения суммарных значений фитомассы и ЧПП. На карте для

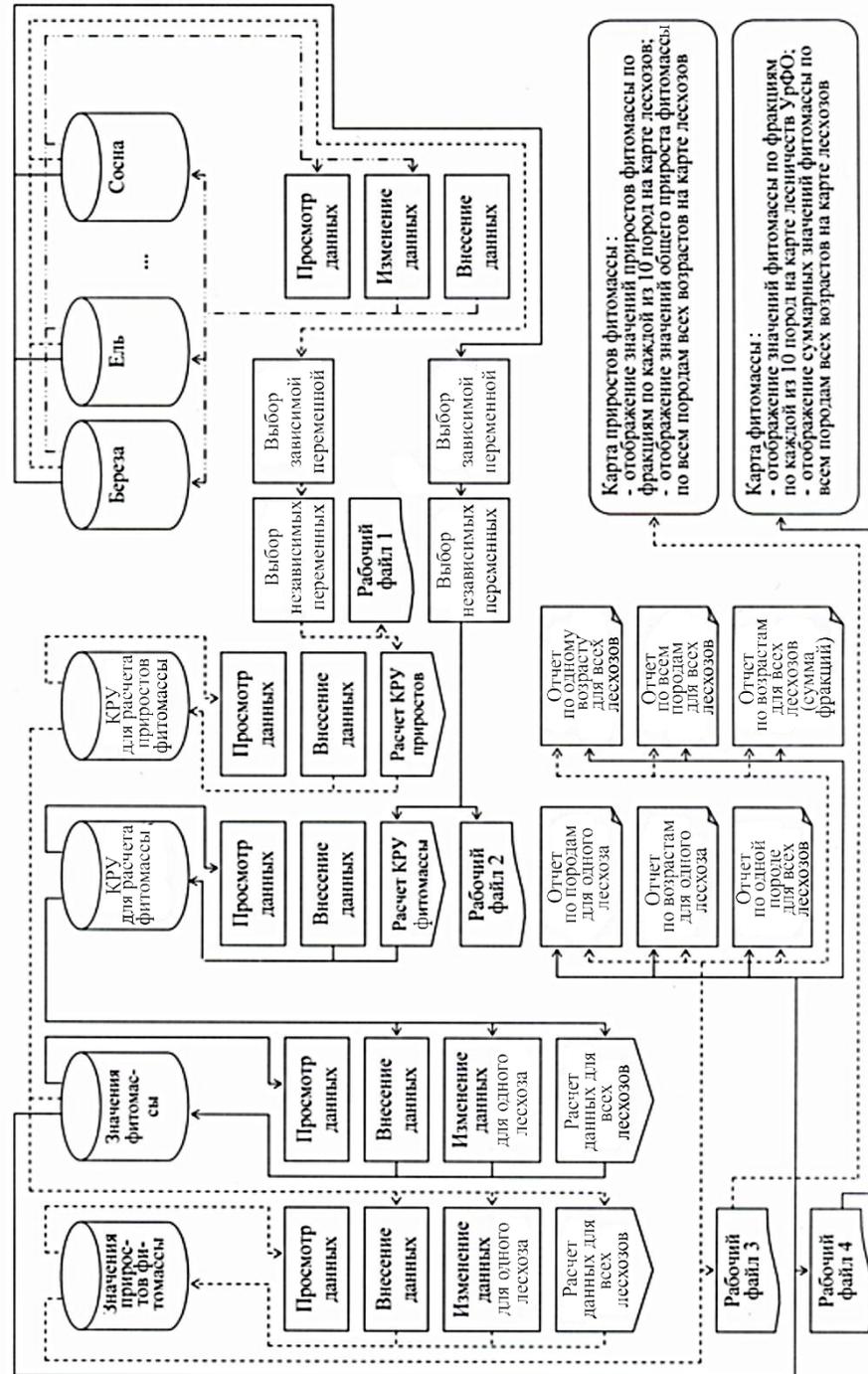


Рис. 2. Структура и взаимосвязи элементов информационной системы

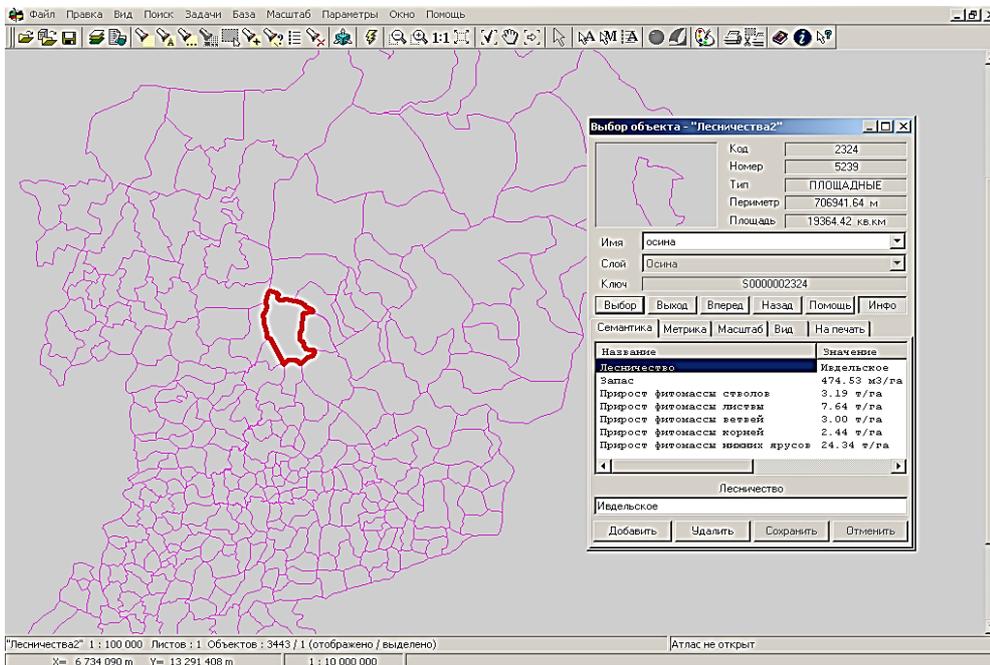


Рис. 3. Отображение в электронном виде прироста фитомассы по фракциям для каждой породы по каждому лесничеству

каждого лесничества создается системный объект, отображающий границы лесхоза и имеющий уникальный номер. Включая системный слой, содержащий системные объекты, каждая из карт содержит по 12 слоев. Информация о фитомассе и ЧПП для древесных пород и лесничеств доступна при перемещении по соответствующим слоям карты. Результирующее отображение значений на карте показано на рис. 3.

Выводы

1. Путем совмещения баз данных о фитомассе и ЧПП по 305 лесничествам Уральского региона (10 территориальных образований) рассчитаны общий углеродный пул фитомассы лесов (4556 млн т) и годовичное депонирование углерода в фитомассе (271 млн т). Алгоритм расчетов впервые реализован в среде СУБД ADABAS. С помощью разработанной информационной системы все расчеты по депонированию углерода в лесах Уральского региона можно актуализировать в автоматическом режиме.

2. Впервые составлена карта-схема распределения углеродного пула по лесничествам. Карты-схемы охватывают природные подзоны от лесотундры до степи и демонстрируют повышение углеродного пула лесов в направлении

от лесотундры (10 т/га) к южной тайге (52 т/га) и последующее его снижение с лесостепи до 39 т/га. Годичное депонирование углерода соответственно возрастает от 0,5 до 3,7 т/га, а затем снижается до 2,9 т/га [2].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Брусенков И.В., Кондратенков В.А., Силин В.Д. ADABAS – основа семейства программных продуктов фирмы «Software AG» для создания корпоративных баз данных. 1996. Режим доступа: <http://www.citforum.ru/database/kbd96/510.shtml>.
2. Депонирование и динамика углерода в фитомассе лесов Уральского региона / В.А. Усольцев, В.А. Азаренок, Е.В. Бараковских, Н.В. Накай // Лесная таксация и лесоустройство. 2009. № 1(41). С. 108–115.
3. Сравнительный анализ надземной фитомассы культур сосны Урала и Западной Сибири / В.А. Усольцев [и др.]. // Лесн. журн. 2005. № 3. С. 34–42. (Изв. высш. учеб. заведений).
4. Усольцев В.А. Фитомасса и первичная продукция лесов Евразии. Екатеринбург: УрО РАН, 2010. 570 с.
5. Часовских В.П., Воронов М.П., Фатеркин А.С. Информационные технологии в управлении: СУБД ADABAS и проектирование приложений средствами Natural. Екатеринбург: Изд-во УГЛТУ, 2006. 476 с.

Поступила 10.07.10

M.P. Voronov, V.A. Usoltsev, V.P. Chasovskikh, I.S. Lazarev, N.V. Senchilo
The Ural State Forest Engineering University

Automated System for Identification and Mapping of Forest Carbon Depositions when using ADABAS System

By combining databases on phytomass and net primary production for Ural region forest districts, the total carbon pool of the forest phytomass and annual carbon deposition in the phytomass were calculated. It is the first time that the calculation algorithm is used in the ADABAS database. With the help of the information system developed, all calculations for carbon deposition in the Ural region forests can be updated automatically.

Key words: information systems, carbon pool, carbon deposition, forest cover, regression equations, automatic update, sketch maps.
