

ние ЧПП к возрасту 40-50 лет и затем плавное снижение продуктивности к старшим возрастам.

На основании полученных данных можно говорить о том, что величина $b(T)$ в спелых насаждениях стремится к постоянной величине не только у деревьев различных видов, но и в различных условиях произрастания. Районирование территории России по значениям $b(T)$ может позволить в дальнейшем получать оценку ЧПП, основываясь только на значениях запаса древесины, без трудоемких измерений фитомасс отдельных фракций.

ЛИТЕРАТУРА

1. Замолодчиков Д.Г., Уткин А.И., Коровин Г.Н. Конверсионные коэффициенты фитомассы / запас в связи с дендрометрическими показателями и составом древостоев // Лесоведение. 2005. № 6. С. 73–81.
2. Исаев А.С., Овчинникова Т. М., Суховольский В.Г. Распределение фитомассы деревьев и насаждений по фракциям: модель конкуренции // Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем. СПб: Гидрометеоиздат. 2007. т.21. С. 232 – 250.
3. Стаканов В.Д., Алексеев В.А., Коротков И.А., Климушин Б.Л. Методика определения запасов фитомассы и углерода лесных сообществ // Углерод в экосистемах Сибири (под ред. В.А.Алексеева и Р.А. Бердси). Красноярск. 1994. 170 с.
4. Суховольский В.Г. Свободная конкуренция фракций дерева за ресурсы и аллометрические соотношения // Журнал общей биологии. 1997. № 5. С. 80-88.
5. Усольцев В.А. Фитомасса и первичная продукция лесов Евразии. Екатеринбург: УрО РАН. 2010. 570 с.
6. Усольцев В.А. Фитомасса лесов Северной Евразии: база данных и география. Екатеринбург: УрО РАН. 2001. 328 с.
7. Швиденко А.З., Нильсон С., Столбовой В.С., Рожков В.А., Глюк М. Опыт агрегированной оценки основных показателей биопродукционного процесса и углеродного бюджета наземных экосистем России // Экология, 2001. №2. С. 83-90.
8. Швиденко А.З., Щепаченко Д.Г., Нильсон С., Булуй Ю.И. Таблицы и модели хода роста и продуктивности насаждений основных лесообразующих пород Северной Евразии (нормативно-справочные материалы). Москва. 2006. 803 с.
9. Landsberg J.J. Physiological Ecology of Forest Production. Academic Press, London, Sydney. 1986. 198 pp.
10. Monteith J.L. Climate and the efficiency of crop production in Britain. Philosophical Transactions of the Royal Society. London. 1977. №281. P. 277-294.

NETT PRIMARY PRODUCTION OF TREE SPECIES IN RUSSIAN BOREAL FORESTS

YU.D.IVANOVA¹, V.G.SOUKHOVOLSKY²

¹Institute of biophysics, SB RAS

²V.N.Sukachev Institute of Forest SB RAS

The approach to NPP estimation proposed based on tree phytomass distribution model. Function $b(t)$ characterized a competition for resource (phytomass) between tree fraction. Value $b(T)$ is stable for mature stands of different tree species in various environmental conditions. It's possible to estimate NPP by $b(T)$ function using wood volume only.

ТЕХНОЛОГИИ ОБРАБОТКИ МАТЕРИАЛОВ АЭРОФОТОСЪЕМКИ И КОСМИЧЕСКОЙ СЪЕМКИ ВЫСОКОГО РАЗРЕШЕНИЯ И ПРИМЕНЕНИЕ ИХ ПРИ КАРТОГРАФИРОВАНИИ ЛЕСОВ В ЛЕСОУСТРОЙСТВЕ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

М.А. ИЛЮЧИК, С.С. ЦАЙ

Лесоустроительное республиканское унитарное предприятие «Белгослес»

В статье приводятся современные методы обработки данных аэро- и космической съемки для формирования цифровых картографических материалов при лесоустройстве и использовании их в лесном хозяйстве Республики Беларусь.

В последнее десятилетие в отрасли лесного хозяйства Республики Беларусь интенсивно развиваются и внедряются цифровые методы обработки информации и ГИС-технологии.

Рациональное использование лесных ресурсов, управление лесным хозяйством требуют наличия полной и достоверной информации обо всех природных и техногенных процессах на территории интересующего района. Отечественный и зарубежный опыт показывает, что такую полноту информации могут обеспечить данные дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) и геоинформационные технологии в сочетании с другими традиционно используемыми источниками информации.

Данные дистанционного зондирования Земли находят применение в различных областях лесного хозяйства, таких как изучение лесных экосистем, инвентаризация и картографирование лесов, регистрация текущих изменений в лесном фонде, анализ динамики лесных площадей, оценка организации и порядка лесопользования, состояния лесовозобновления и насаждений в зонах промышленного загрязнения. Материалы аэрофотосъемки традиционно используют в практике лесоустройства уже более полувека. Материалы космической съемки позволяют оценивать значительные площади, поврежденные пожарами, энтомовредителями, стихийными бедствиями и антропогенно поврежденные.

В последние годы подразделениями РУП «Белгослес» совместно с другими организациями проводились научные исследования по разработке и применению информационных технологий и аэрокосмических материалов для решения задач лесного хозяйства и лесоустройства.

В 2002 году была разработана и внедрена в лесоустроительное производство технология формирования цифровых картографических материалов, которая основывалась на компьютерной векторизации отдешифрованных материалов аэрофотосъемки, привязанных к топооснове или ЗИС-основе. Был разработан программный комплекс «FORMOD» на базе MapInfo по формированию тематических карт-материалов (планшетов, планов, картосхем). Недостатком данной технологии являлось использование топоосновы 80-х, а то и более поздних лет создания, что вызывало некоторые ошибки при выполнении привязки АФС. В последние годы возрастают требования к качеству создаваемых картографических материалов, соответственно ищутся пути их решения за счет освоения новых технологий.

В 2006 году в рамках ГНТП «Управление лесами и рациональное лесопользование» совместно с РУП «Белгеодезия» началось выполнение задания «Разработать и внедрить технологию обработки материалов аэрофотосъемки (АФС) и космической съемки (КС) с использованием цифровых фотограмметрических методов для создания лесных карт». Разработкой предусматривалась высокотехнологическая обработка материалов съемки и использование полученной высокоточной основы для создания лесных карт уже на начальном этапе проведения лесоустроительных работ.

Нужно отметить, что для целей выполнения комплекса работ по обработке цифровых изображений (стереоизображений) и формированию цифровых картографических материалов, в настоящее время широко используют цифровые фотограмметрические технологии. Работы с использованием цифровых фотограмметрических станций обходятся значительно дешевле традиционных фотограмметрических работ, при одновременном значительном увеличении качества выходного продукта. Кроме того, цифровые методы обработки позволяют получить новый вид документации – объемную цифровую растровую фотограмметрическую модель, цифровую модель рельефа.

В настоящее время известны и широко используются несколько фотограмметрических комплексов, это: «Photomod» (Россия), «ЦФС-Талка» (Россия), «INPHO» (Германия), Leica Photogrammetry Suite (LPS) (Швейцария) и другие.

Нами был выбран программный комплекс PHOTOMOD, разработанный российской компанией «Ракурс». Рабочий проект фотограмметрической обработки АФС представлен на рисунке 1, процесс создания векторных слоев будущей лесной карты в стереорежиме приведен на рисунке 2.

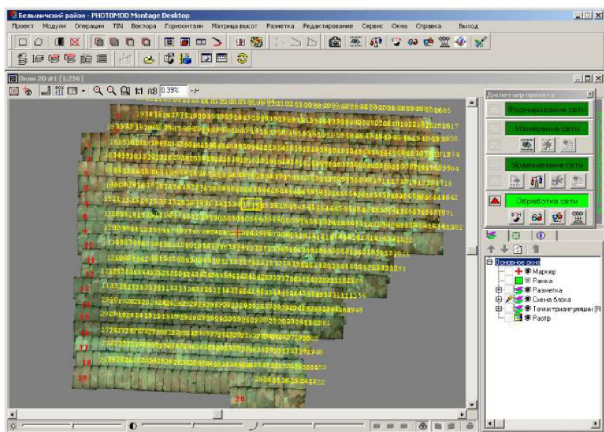


Рис. 1. Проект фотограмметрической обработки АФС

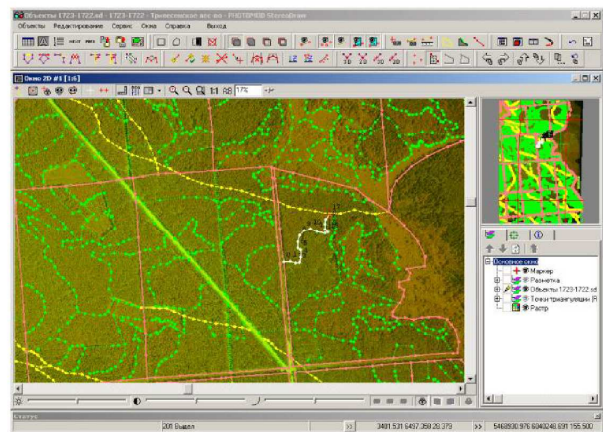


Рис. 2. Создание цифровых векторных слоев будущей лесной карты в стереорежиме

Программный комплекс цифровой фотограмметрии PHOTOMOD предназначен для решения полного комплекса задач – от построения сети фототриангуляции до формирования моделей рельефа, создания цифровых карт местности и ортофотопланов.

Применение системы PHOTOMOD в камеральном производстве принципиально меняет последовательность обработки фотоизображений. Координатная основа будущей лесной карты формируется в процессе обработки совокупности аэрофотоснимков на весь объект лесоустройства, а не на каждый снимок в отдельности. Это позволяет снизить негативное влияние дефицита опорных точек, используемых для координирования снимков, а также дает возможность печатать только дешифрированную информацию для полевых работ (границы выделов вместе со снимками) в проекции карты с выбором участка и масштаба.

Картографической основой для составления лесоустроительных планшета по материалам аэрофотосъемки, а также для лесотаксационного дешифрирования служат построенные в системе PHOTOMOD цифровые ортофотопланы лесничества и объемные фотограмметрические модели, состоящие из цифровых стереопар на объект устройства (лесхоз, лесничество).



Рис. 3. Фотоплан территории Березинского лесхоза

Важным элементом, снижающим трудоемкость всего процесса камеральной обработки материалов лесоустройства, является совмещение процедур контурного дешифрирования и векторизации лесоустроительной нагрузки лесных карт. Такое совмещение позволяет еще на этапе камеральной обработки материалов АФС получить готовый векторный план будущей лесной карты, планшета и плана лесничества. Полученные цифровые ортофотопланы масштаба 1:10 000 могут быть использованы при последующем проведении базового лесоустройства с возможностью учета текущих изменений в лесном фонде за ревизионный период (рис. 3).

Предлагаемая технология обработки данных аэрофотосъемки с использованием цифровых фотограмметрических методов позволяет повысить точность лесоустроительных и лесоинвентаризационных работ, в камеральный период сократить сроки обработки и выдачи лесоустроительных материалов.

На сегодняшний день на всю территорию лесного фонда Республики Беларусь созданы цифровые картографические материалы. С этого года повторный тур лесоустройства будет проводиться с использованием уже созданных цифровых карт.

Внедрение и использование данных дистанционного зондирования на основе материалов космической съемки для целей лесного хозяйства началось в республике с конца 90-х годов. Материалы КС сверхвысокого пространственного разрешения начали применять в практике белорусского лесоустройства с 2008 года. Полученные данные такой съемки по своим качественным характеристикам приближаются к материалам аэрофотосъемки и могут быть использованы при лесоустроительных работах. Среди таких систем дистанционного зондирования можно назвать: Ikonos (1 м, запуск 1999 г.); QuickBird (0,6 м, 2001 г.); WorldView-1 (0,5 м, 2007 г.); GeoEye-1 (0,4 м, 2008 г.); WorldView-2 (0,5 м, 2009 г.) и др.

В рамках научного задания «Разработать технологию комплексной обработки данных дистанционного зондирования Земли для решения задач лесного хозяйства» по Национальной программе исследования и использования космического пространства в мирных целях, (2009-2012 гг.) одной из задач была разработка технологий обработки материалов КС сверхвысокого пространственного разрешения для целей контурного дешифрирования земель лесного фонда при лесоустройстве.

В рамках задания была отработана технология обработки космических снимков и использования их для целей контурного дешифрирования лесных выделов и создания цифровой картографической основы будущих карт и планов на территорию лесхозов (рис. 4). Недостатком материалов КС сверхвысокого пространственного разрешения является дорогостоящая стереосъемка. Отсутствие стереоизображения частично компенсируется при дешифрировании на мониторе ПК, возможностью увеличения материалов съемки до масштаба 1:2000. Преимущество космической съемки заключается в менее трудоемкой обработке по сравнению с АФС.

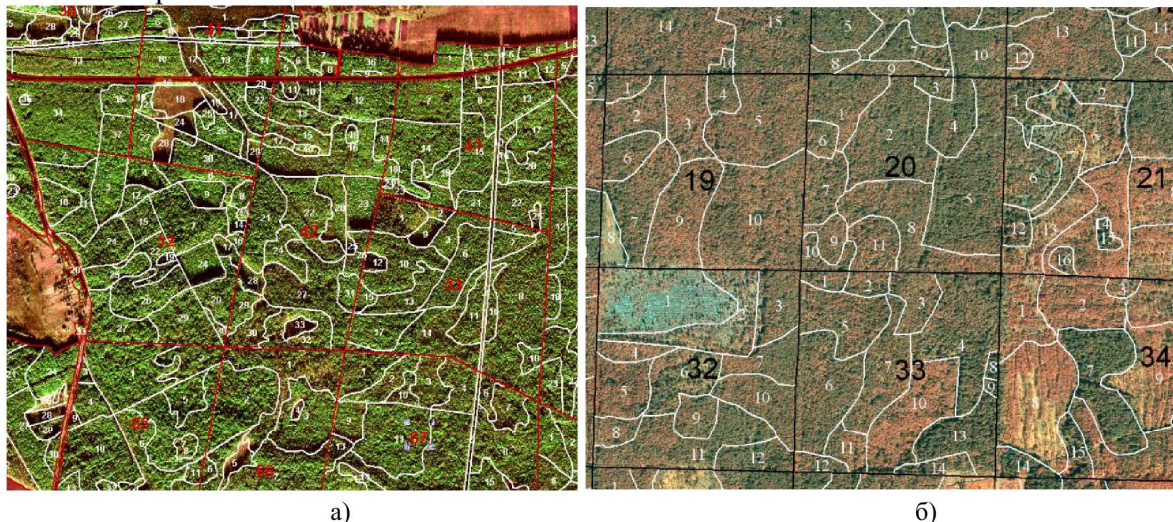


Рис. 4. Отдешифрированные границы выделов по материалам:
а) КС Ikonos, 1 м, б) КС GeoEye, 0,5 м.

Есть неоспоримые преимущества в использовании материалов космической съемки, однако нельзя не сказать и о некоторых недостатках их применения в лесоустроительных работах. Утверждение о том, что «космическая съемка полностью заменит аэрофотосъемку» не совсем верно. Реализация наших разработок подтверждает, что космосъемка является альтернативой аэрофотосъемке, и она может быть применена в технологическом процессе лесоустроительных работ там, где это экономически выгодно и технически целесообразно. Например, проведение съемки приграничных территорий экономически выгоднее из космоса, так как для космоса нет «границ» съемки, а вот для летательного аппарата-аэросъемщика могут возникнуть трудности с получением разрешения на съемку территории смежных государств.

Отметим, что в последние годы территория лесного фонда Республики Беларусь повреждалась в результате чрезвычайных ситуаций из-за неблагоприятных климатических факторов, это, как правило, буреломы, ветровалы и др.

В рамках программы Союзного государства «Космос-НТ» была разработана технология и программное обеспечение для решения задачи учета состояния лесного фонда и ресурсной оценки поврежденных насаждений.

После запуска российско-белорусской группировки космических аппаратов, полученные с них данные космосъемки предполагается использовать для решения оперативных задач лесного хозяйства и лесоустройства Республики Беларусь.

PROCESSING TECHNOLOGY OF AERIAL AND SPACE IMAGES OF HIGH RESOLUTION FOR THE FOREST INVENTORY OF THE REPUBLIC OF BELARUS

M.A. ILYUCHYK, S.S.TSAI

Forest regulative republican unitarian enterprise «Belgosles»

The article describes modern methods of data processing of aerial and space imagery for formation of digital cartographic materials in the forest inventory and use them in the forestry sector of the Republic of Belarus.

ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ МЕТОДЫ В СИСТЕМЕ ЛЕСОПАТОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА

А.С. ИСАЕВ¹, Н.И. ЛЯМЦЕВ², Д.В. ЕРШОВ¹

¹Центр по проблемам экологии и продуктивности лесов РАН

²ВНИИ лесоводства и механизации лесного хозяйства

Показаны примеры применения геоинформационных технологий для оценки состояния лесов с использованием пространственной базы данных наземной сети мониторинга и дистанционного зондирования. Рассмотрены способы анализа лесопатологической информации для обеспечения лесозащитного районирования и адаптивного прогнозирования распространения очагов вредных насекомых по регионам России.

Эффективное получение и использование информации при ведении лесопатологического мониторинга не возможно без современных информационных технологий, позволяющих в кратчайший срок выполнять комплексный анализ негативных воздействий на состояние лесов и выбирать оптимальные решения по их защите от вредных организмов. Как показывает имеющийся опыт, наиболее перспективной является система мониторинга, базирующаяся на интеграции существующих потоков информации и новых данных, получаемых наземными и дистанционными методами.

Информационная база мониторинга формируется по нескольким каналам, оценивающим состояние насаждений, лесорастительные условия, климатическую и погодную ситуацию, параметры взаимодействия насекомых и возбудителей болезней с кормовыми породами, естественными врагами и другими компонентами биоценозов.

В России примеров использования ГИС-технологий для решения задач лесопатологического мониторинга не так много. Практически все они реализованы в рамках научно-исследовательских проектов. Одна из первых информационно-поисковых систем «Прогноз в защите леса» (Знаменский, Лямцев, 1986), обеспечивала получение, хранение и обработку информации в целях прогнозирования динамики численности насекомых-вредителей и принятия решений о необходимости проведения лесозащитных мероприятий в Европейской России. Сбор и накопление экспериментальных данных позволили создать методические основы оптимизации учетных работ и анализа лесопатологической