

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ
ЛЕСОТЕХНИЧЕСКАЯ АКАДЕМИЯ им. С.М. Кирова

На правах рукописи

Архипов Владимир Иванович

КОМПЛЕКСНАЯ ИНВЕНТАРИЗАЦИЯ ПРИРОДНЫХ
РАСТИТЕЛЬНЫХ РЕСУРСОВ НА ОСНОВЕ ДИСТАНЦИОННЫХ
МЕТОДОВ И ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ

Специальность 06.03.02. - "Лесоустройство и лесная таксация"

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени кандидата
сельскохозяйственных наук

Санкт-Петербург
2004

Диссертация выполнена на кафедре лесной таксации, лесоустройства и ГИС
Санкт-Петербургской государственной лесотехнической академии
им. С.М. Кирова

Научный руководитель: доктор сельскохозяйственных наук,
профессор А.В. Любимов

Официальные оппоненты: доктор сельскохозяйственных наук,
профессор А.Н. Филипчук

доктор географических наук,
академик РАН В.В. Нефедьев

Ведущая организация: Центр по проблемам экологии и продуктивности
лесов Российской Академии наук

Защита состоится 22 12 2004 года в 11 часов на заседа-
нии специализированного совета Д 212.220.02 в Санкт-Петербургской государст-
венной лесотехнической академии им. С.М. Кирова по адресу: 194021, Санкт-
Петербург, Институтский пер., д. 5, Главное здание, зал заседаний.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке академии.

Автореферат разослан «19» 11 2004 г.

Ученый секретарь диссертационного совета,
доктор сельскохозяйственных наук, профессор



И.А. Маркова

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. За почти двухвековой период, в России разработана одна из наиболее совершенных и, в то же время, самая затратная система инвентаризации лесов. На всех этапах развития советского и российского лесоустройства основное внимание уделялось детальной количественной и качественной оценке главного компонента насаждения – древесины, тогда как все остальные ресурсы лесных экосистем или не учитывались вообще, или оценивались упрощенными методами. Рыночные отношения заставляют изменить подход к инвентаризации лесного фонда и его земель. В современных условиях необходима комплексная оценка всех природных растительных ресурсов, включенных и не включенных в лесной фонд России. Ее результаты являются основой кадастрового учета земель, сертификации процессов производства и потребления лесных ресурсов, регулирования рыночных механизмов в лесном хозяйстве, землеустройстве, охраны, сохранения и улучшения окружающей среды. Тема диссертационного исследования, направленная на научное обоснование и разработку малозатратной технологии комплексной оценки природных растительных ресурсов на основе дистанционных методов (ДМ) и ГИС-технологий, **является актуальной.**

Цель работы заключается в разработке и научном обосновании совокупности методов и технических приемов, составляющих новую технологию инвентаризации растительных природных ресурсов. В ее основу положен ландшафтный подход к классификации земель лесного фонда, использование всех пригодных для решения поставленной задачи дистанционных методов и ГИС-технологий.

Основные задачи исследования:

1. Разработка научно-методических основ ландшафтно-географического районирования территории объекта инвентаризации и классификации его территории с установлением постоянных границ комплексных выделов, требующих применения одинаковых систем хозяйственных мероприятий;
2. Оценка пригодности материалов дистанционных съемок и ГИС для комплексной оценки и тематического картографирования природных ресурсов;
3. Научное обоснование методически и технически правильных приемов комплексной инвентаризации природных ресурсов, базирующихся на рациональном сочетании наземной таксации и дешифрирования материалов дистанционных съемок;
4. Разработка технологии комплексной инвентаризации природных ресурсов.

Научная новизна. Разработанные в результате данного диссертационного исследования научно-методические рекомендации и технология комплексной инвентаризации природных ресурсов являются уникальными, не имеющими аналогов в России и за рубежом.

Практическая значимость работы. Теоретические положения и разработанные на их основе практические рекомендации используются в практической деятельности лесостроительных предприятий России, связанной с инвентаризацией природных ресурсов в удаленных и труднодоступных регионах. Научно-методические основы использования ДМ и ГИС-технологий применяются при

разработке новой системы инвентаризации лесов России, при проектировании хозяйственной деятельности на землях лесного фонда.

Личный вклад. Работа выполнена под руководством и при непосредственном участии автора. Техничко-экономическое обоснование решаемых в процессе исследования задач, основные научно-методические разработки и все этапы опытно-производственного внедрения разработок выполнены в соответствии с рекомендациями и под контролем автора данного исследования.

Обоснованность и достоверность результатов исследования подтверждается многолетней практикой применения разработанных технологий не только в Сибири и на Дальнем Востоке, но и в лесном фонде европейской части России. Использование современных методов сбора и обработки информации, объема исходных данных, необходимого и достаточного для обеспечения заданной точности результатов исследования, позволили получить гарантированно обоснованные и достоверные результаты.

Апробация и публикация результатов работы. Основные результаты исследования были опубликованы в 26 научных статьях, обсуждены и одобрены на 9 научно-практических конференциях, 11 семинарах и 14 рабочих встречах международного, национального и регионального уровней. Все концептуальные вопросы неоднократно публиковались на страницах профессиональной периодической печати регионального и национального уровней. Разработанные технологии комплексной инвентаризации природных ресурсов были одобрены и приняты в качестве методических рекомендаций Научно-техническим Советом и Коллегией Роскомзема в 1992 году.

Предметом защиты являются научно-методическое обоснование комплексной инвентаризации природных растительных ресурсов и разработанные на этой основе технологии учета и оценки земель лесного фонда.

Структура и объем работы. Диссертация состоит из введения, 6 глав с выводами и практическими рекомендациями. Объем работы составляет 197 страниц, в том числе 23 таблицы. Реферативный список - 187 наименований.

ГЛАВА 1. СОСТОЯНИЕ ИЗУЧЕННОСТИ ПРОБЛЕМЫ

Разработанная за предыдущий период система инвентаризации и устройства российских лесов полностью соответствовала государственной лесной политике, методам управления народным хозяйством и уровню производственных отношений [Гусев, Сеницын, Сухих, Букин, 1981; Моисеев, 1993; Мурахтанов, 1991; Писаренко, Страхов, Филипчук, 1995; Филипчук, 1998; Любимов, 1999]. Положение резко изменилось с началом перестройки: новые социально-экономические отношения настоятельно потребовали преобразования всей системы учета лесов, организации и планирования хозяйственной деятельности, как крупных государственных предприятий, так и многочисленных арендаторов лесного фонда. Анализ публикаций в научной печати приводит к выводу о том, что большинство предложений направлено на совершенствование частных вопросов: периодичности и детальности лесоучетных работ [Страхов, Филипчук, Швиденко, 1995; Сухих, 2002], использования ДМ [Филипчук, 1998; Сухих, 1998, 1999], применения ГИС-

технологий при картографировании лесов [Любимов, 1999; Нефедьев, 1999; Филипчук, 1999], создания баз лесохозяйственных и лесоустроительных данных [Трейфельд, 1999] и т.п.

Проблема современного лесоустройства намного глубже: необходимо так реорганизовать систему инвентаризации и проектирования хозяйственной деятельности в российских лесах, чтобы ее результаты были пригодны для использования государственными, общественными и частными организациями на локальном (отдельный участок, группа кварталов), субрегиональном (лесничество – лесхоз) и региональном уровнях [Архипов, 1993, 1995, Архипов, Березин, Крнев, 1995 - 2003]. Вклад в решение совокупности проблем современного лесоустройства и смежных отраслевых ведомств вносит разработка комплексной инвентаризации природных ресурсов с использованием ДМ и ГИС-технологий.

Новые лесоустроительные технологии должны быть малозатратными и соответствовать повышенным требованиям к учету растительных природных ресурсов и оценке земель. Эти задачи могут быть решены с использованием аэрокосмических методов сбора информации и ГИС-технологий ее обработки.

Затраты на инвентаризацию лесного фонда в значительной степени зависят от масштабов применяемых аэро- и космических фотоснимков (АКФС). Масштабы АКФС не могут быть одинаковыми в различных регионах России. Не могут быть одинаковыми и денежные средства, отпускаемые на инвентаризацию единицы площади лесного фонда.

Рекомендуемые масштабы и средства исполнения АКФС для целей современного лесоустройства приведены в таблице 1.

Давность материалов аэрофотосъемки в объектах интенсивного ведения лесного хозяйства и лесопользования не должна превышать трех лет, а в объектах экстенсивного ведения лесного хозяйства – пяти лет.

Допускается использование АКФС, увеличенных до нормативного масштаба и обеспечивающих нужное разрешение.

В середине 70-х годов прошлого столетия в НИЧ ВО “Леспроект” под руководством П.И. Мороза и В. И. Сухих был разработан фотостатистический метод инвентаризации резервных и малоосвоенных лесов. Его применение на протяжении 10-20 лет позволило получить достаточно точную лесохозяйственную информацию (с точностью не ниже $\pm 3-5\%$ по объекту инвентаризации) на территории Сибири и Дальнего Востока площадью более 800 млн. га.

Положение резко изменилось в начале 90-х годов прошлого столетия. Переход к рыночным отношениям и снижение уровня бюджетного финансирования ставит перед лесным хозяйством задачу снижения затрат на инвентаризацию лесов с повышением требований к детальности, точности и оперативности информации при стабильных объемах полевых работ. В такой ситуации необходимо изыскивать наиболее экономичные и отвечающие современным требованиям точности методы и технологии работ.

Таблица 1- Рекомендуемые масштабы АКФС

Вид лесоустройства или лесоинвентаризации	Масштаб аэро- и космической фотосъемки по разрядам лесоустройства		Вид аэрофотосъемки (аэрофотоплёнки)
	1-2	3	
Первичное	1:10000	1:25000	Спектрзональная стереоскопическая
Первичное с камераль- ным лесотаксационным дешифрированием	1:10000	1:12000 – 1:15000	Спектрзональная стереоскопическая
Повторное	1:12000 – 1:15000	1:25000	Спектрзональная, черно-белая стерео- или моноскопическая
Повторное с камераль- ным лесотаксационным дешифрированием	1:10000-1:12000	1:15000	Спектрзональная, черно-белая стерео- или моноскопическая
Комплексная инвентари- зация природных ресур- сов, в том числе лесоин- вентаризация резервных и малоосвоенных лесов	-	1:100000 – 1:50000	Спектрзональная, черно-белая стерео- или моноскопическая

Дисконтированное к настоящему времени соотношение тарифов на выполнение 1 км² аэрофотосъемки характеризуется следующим образом:

Таблица 2- Соотношение тарифов на 1км² АФС

Масштаб	Характер местности	Группа районов	
		I	II
1:100000	Равнина	1	1
	Горы	1	1
1:50000	Равнина	1,45	1,46
	Горы	1,36	1,38
1:25000	Равнина	2,82	2,86
	Горы	2,88	2,90
1:15000	Равнина	5,27	5,32
	Горы	5,64	5,71
1:10000	Равнина	10,23	10,32
	Горы	10,60	10,71

Ко второй группе районов относятся:

Территория Мурманской области; Ямало – Ненецкого, Таймырского, Эвенкийского автономных округов; Красноярского края - севернее и восточнее рек Сым, Енисей, Б.Пит; Иркутской области – восточнее рек Ангара и Илим и севернее линии ст. Селазнево-ст.Лена – Н.- Ангарск; Якутской республики Саха; Хабаровского края – севернее рек Мая и Уда; Магаданской, Камчатской и Сахалинской областей; все острова Северного Ледовитого и Тихого океанов.

Остальная территория Российской Федерации относится к первой группе. При планировании дистанционных фотосъемок необходимо учитывать повышения тарифов на 20 % за спектрональную аэрофотосъемку.

В начале 90-х годов прошлого столетия в Северо-Западном лесоустроительном предприятии ГО "Леспроект" разрабатывается метод геоботанического обследования и картографирования кормовых ресурсов оленьих пастбищ районов Крайнего Севера, а с середины 90-х годов метод комплексной инвентаризации природных ресурсов и земель с элементами кадастровой их оценки.

В основу метода положены ландшафтно-географическое районирование территории обследования, аналитическое дешифрирование АКФС, оптимальный объем выборочных натурных работ. Метод комплексной инвентаризации и картографирования позволяет при единовременном натурном посещении обследуемых участков и последующем их дешифрировании получать многоотраслевую информацию, для ее использования в лесном и сельском хозяйстве, заповедном деле, охотничьем хозяйстве, нефтегазодобывающей промышленности и др.

ГЛАВА 2. ПРОГРАММА И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

В результате диссертационного исследования предполагалось решить следующие главные задачи:

1. Оценить предшествующий опыт инвентаризации растительных природных ресурсов и определить пути ее совершенствования;
2. Исследовать пригодность совокупности материалов дистанционных съемок для обеспечения заданной точности определения важнейших параметров природных территориальных и природно-промышленных комплексов;
3. Разработать методические основы инвентаризации природных растительных ресурсов в зависимости от интенсивности хозяйственной деятельности, экологических, экономических и социальных особенностей регионов;
4. Использовать результаты диссертационного исследования для создания опытно-производственных технологий инвентаризации земель лесного и земельного фонда, основанных на применении дистанционных методов, выборочных натурных обследований и ГИС-технологий.

При реализации программы была использована комплексная методика исследований, основанная как на разработанных ранее, так и оригинальных методиках, созданных в процессе данного исследования.

Выполненные исследования базируются на ландшафтно-географическом районировании объектов исследований, принципы которого разработаны в трудах Солицева Н.А., Исаченко А.Г., Арманда Д.Л., Колесникова Б.П., Киреева Д.М. и других ландшафтоведов.

В данном разделе излагаются принципы усовершенствованных технологий инвентаризации природных биологических ресурсов, разработанных для переходного к новым экономическим условиям периода. Приведено подробное описание всех этапов инвентаризации природных растительных ресурсов в зависимости от заданной детальности и точности предполагаемых работ.

Все этапы комплексной инвентаризации основаны на совместном использовании дистанционных методов и ГИС-технологий.

В диссертации изложены особенности методик изучения информационных возможностей, достоверности и точности тематического дешифрирования материалов дистанционных съемок с оценкой:

- резкости фотоизображения на принципе минимально различимых деталей с учетом контраста фотоизображения различных компонентов природных ресурсов;
- оптической плотности (в том числе вуали) фотоснимков;
- результатов пошагового анализа фотометрических, морфологических и ландшафтных признаков дешифрирования территории с определением вероятности их появления и достоверности учетных показателей.

Большое внимание уделяется разработке особенностей методики применения крупномасштабных АФС при различных видах учетно-оценочных работ.

Одной из актуальных задач являются разработка методики и техники экологического мониторинга земель. В диссертации изложены особенности методики и результаты ведения локального мониторинга за состоянием сосновых древостоев и окружающей среды в условиях повышенной рекреационной нагрузки.

ГЛАВА 3. ХАРАКТЕРИСТИКА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО МАТЕРИАЛА

Разработка методики фотостатистической инвентаризации и геоботанического обследования природных ресурсов производилась на площади 9,8 млн. га (Красноселькупский район Ямало-Ненецкого автономного округа). За период полевых работ (1995-98 г.г.) при личном участии автора были получены основные и тематические характеристики более 120 тыс. выделов в пределах идентичных границ выдела. Дешифрирование выполнялось по схеме сложного выдела, поскольку информационные возможности космических фотоснимков, используемых в качестве информационно-технической основы, позволяли выполнять достаточно детальную идентификацию таксационных выделов без их картографического отображения.

Для унификации исходного материала была разработана единая программа получения на ПК всех таксационных усредненных показателей лесного фонда в соответствии с требованиями инвентаризации лесов по 3 разряду.

Методика и технология комплексной инвентаризации природных биологических ресурсов обрабатывались на территории ГЗ "Верхне-Тазовский". Экспериментальный материал, собранный на территории заповедника (631 308 га), состоял из совокупностей страт, схожих по одному или нескольким природообразующим признакам. В камеральный период по спектрзональным аэрофотоснимкам масштаба 1:50000 было выполнено аналитическое дешифрирование 19500 таксационных выделов с определением лесотаксационных, геоботанических, почвенно-типологических и охотничье-промысловых характеристик.

Задачи организации экологического мониторинга и кадастровой оценки земель решались на примере лесов Карельского перешейка Ленинградской области.

ГЛАВА 4. РЕЗУЛЬТАТЫ КОМПЛЕКСНОЙ ИНВЕНТАРИЗАЦИИ И КАРТОГРАФИРОВАНИЯ ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ

4.1. Ландшафтно-географическое районирование территории с элементами классификации господствующих и подчиненных форм и элементов рельефа.

Ландшафтно-географическое районирование территории выполнялось с использованием АКФС, на основе анализа и обобщения тематических и специальных карт: географических и топографических, геологических, геоморфологических, четвертичных отложений, ландшафтных карт различных масштабов, почвенных карт обзорных масштабов, геоботанических и карт растительности.

Районирование территории Ямало-Ненецкого автономного округа (на площади не менее 15-30 млн. га) состояло из трех этапов работ.

На первом этапе территория объекта инвентаризации разбивалась на крупные природно-территориальные комплексы ранга ландшафт.

На втором этапе выделялись и отграничивались на топокартах и АКФС генерализованные формы рельефа, границы которых увязывались с предварительно выделенными на первом этапе ландшафтами.

На третьем этапе районирования (после полевых работ) выделялись однородные таксационные участки-выделы, увязанные с границами форм рельефа.

Результаты первых двух этапов ландшафтно-географического районирования территории оформлялись на топографической или тематической основе с использованием ГИС-технологий. Составленная карта являлась основным руководящим документом, используемым в процессе полевых и камеральных работ.

После ландшафтно-географического районирования объект инвентаризации делился на условные учетные единицы – кварталы. Для этих целей использовались топографические карты М 1:50 000.

На топокарту сначала наносили границы хозяйств и ландшафтов. Границы кварталов обязательно совмещались с хозяйственными границами, если они проходили по естественным рубежам: водотокам, водоразделам, дорогам.

В дальнейшем, квартальная сеть переносилась на АКФС, используемые для контурного и таксационного дешифрирования.

Ландшафтно-географическое районирование способствовало обоснованному установлению постоянных природных границ таксационных выделов, что является основой базы картографических и атрибутивных данных ГИС.

4.2. Особенности стратификации территории объектов исследований

Разработка технологии комплексной инвентаризации заключалась в совершенствовании метода фотостатистической инвентаризации, основанной на ландшафтном районировании территории объекта, использовании ДМ и лесоустойчивой геоинформационной системы (ЛУГИС).

В диссертационном исследовании за основу разрабатываемой технологии была принята методика инвентаризации, основанная на дешифрировании АКФС в сочетании с выборочными натурными обследованиями.

В дополнение и развитие этой технологии были разработаны методика и техника геоботанического обследования кормовых ресурсов северного оленя.

Их различие заключается в принципах классификации природных участков, в выборе основных признаков дешифрирования, а также в характере полевых обследовательских работ.

Технологии объединяет общая теоретическая, методическая и техническая основа. В дальнейшем был создан единый метод комплексной инвентаризации и картографирования природных ресурсов. Результаты стратификации территории объекта рассчитаны на получение не только запасов природных ресурсов, но и других параметров: растительных кормов, биологических ресурсов, типов почв и других компонентов природных ресурсов.

Основными классификационными показателями в проведенных исследованиях являлись запас древостоев, а также: преобладающая древесная порода; группа полнот; группа классов бонитета и группа типов лесорастительных условий.

Каждой страте соответствовали определенные классы геоботанической, охотничье-промысловой и почвенной стратификации. Каждый отграниченный на фотоснимке выдел характеризовался набором многодисциплинарных показателей. Характеристика единого отграниченного выдела может быть детализирована для более однородных его частей – подвыделов без их картографического отображения. В диссертации приведены основные теоретические положения и расчеты стратификационного метода, примененного в исследованиях.

4.3. Информационные возможности материалов аэро- и космических фотосъемок

Информационные возможности материалов дистанционных фотосъемок изучались по спектральному и черно-белым АКФС различного разрешения (1-5-8-20-25 м), контактных и в различной степени увеличенных.

Резкость фотоизображения КФС оценивалась с помощью луп и интерпретоскопа. Четкое изображение наблюдалось при увеличении от $3,8^{\times}$ до $3,1^{\times}$, а размытие контуров – при $6,8^{\times}$ - $6,9^{\times}$. Разрешающая способность спектрально-аналитических КФС М 1:200000 составляла 4,0 – 5,0 лин/мм, разрешение на местности – 25,2 м.

Черно-белые КФС характеризовались иными изобразительными качествами: четкое изображение наблюдалось при увеличении $4,0^{\times}$, средняя разрешающая способность – около 7,3 лин/мм с разрешением на местности, в среднем, 14,8 м.

Анализ информационных возможностей увеличенных в 2 и 4 раза КФС показал, что увеличение, как элемент физико-технического изменения структурных особенностей контактного фотоизображения, не приводит к повышению разрешающей способности оригинальных фотоматериалов. Вместе с тем, увеличение фотоснимков, как прием технологии инвентаризационных работ, способствует улучшению процесса дешифрирования и плано-картографических работ.

Оптическая плотность вуали находилась в допустимых пределах. Исключением составляла оптическая плотность вуали за зеленым светофильтром. Минимальные оптические плотности за всеми светофильтрами характеризовались допустимыми параметрами. Максимальная оптическая плотность за зеленым светофильтром нормальная, за остальными фильтрами ниже нормы.

Таблица 3 - Оптические плотности увеличенных КФС М 1:50 000

Светофильтры	D_0	D_{\min}	D_{\max}	ΔD_{\min}	ΔD	$D_{\text{ср.}}$
Нейтральный	0,2	0,3	1,6	0,1	1,3	0,95
Красный	0,2	0,3	1,5	0,1	1,2	0,90
Зеленый	0,3	0,3	1,8	-	1,5	1,05
Голубой	0,2	0,3	1,2	0,1	1,9	0,75

Всего было проанализировано 174 отпечатка М 1:1000 000, 1:200 000, 1:50 000, из них 29 контактных. Анализ качества 57 снимков показал, что 56% из них полностью соответствовали допускам инструкции, а остальные характеризовались неудовлетворительной резкостью изображения, большим процентом покрытия площади снимка облаками. Такие снимки имели неудовлетворительные характеристики по одному из показателей оценки, остальные показатели соответствовали допускам.

В среднем, разрешающая способность КФС М 1:1 000000 составляла 4,0 л/мм, на местности разрешение – 142 м, М 1:200 000 – 4,0 – 10,0 л/мм с разрешением на местности 11-29 м. Увеличенные в 4 раза КФС М 1:50 000 имели разрешающую способность 1,9 – 2,2 л/мм, с разрешением на местности 12-15 м.

Проведенный анализ информационных возможностей КФС показал целесообразность их использования при инвентаризации природных ресурсов.

4.4. Исследования информационных свойств мелкомасштабных спектрональных аэрофотоснимков

В процессе разработки комплексной инвентаризации природных ресурсов выполнены исследования информационных свойств мелкомасштабных спектрональных АФС оригинального М 1:70 000 (MRB – 15 и LMK – 15). Исследовались физические и стереоскопические свойства фотоизображения.

Для совершенствования технологии работ по изготовлению картографических материалов, полученные АФС были увеличены до М 1:50 000. Таким образом, увеличенная видимая детальность фотоизображения уравнивалась с его фактической детальностью методом проекционной печати. Видимая детальность фотоизображения была еще более приближена к фактической с помощью стереоприборов, оптическое увеличение которых варьирует в пределах $3,5^x - 4,5^x$.

Коэффициент проекционного увеличения АФС, равный $1,4^x$ является оптимальным и полностью соответствует целям и задачам комплексной инвентаризации в данных растительных условиях. Результаты исследования информационных свойств контактных и увеличенных АФС заключались в следующем.

1. На фактическую детальность аэрофотоизображения и его дешифрируемость существенно влияет расположение объектов в центральной или краевой частях снимков. Применяемые АФА должны иметь объективы с высокой разрешающей способностью по всему полю изображения.

2. Для обеспечения необходимых экспозиций объективы АФА должны обладать повышенной светосилой.
 3. Рекомендуется применять объективы АФА, имеющие тем больший фокус, чем большие увеличения будут производиться с аэронегатива.
 4. Высота Солнца при аэрофотосъемке должна быть не менее 30° . При большой высоте Солнца усиливается отрицательное влияние дымки на аэрофотосъемочный процесс. Наиболее благоприятными атмосферно-оптические условия для аэрофотосъемки будут в утренние часы.
 5. Увеличение АФС увеличивает сдвиг изображения и снижает его качество. Пределом увеличения АФС является сдвиг изображения, не превышающий 0,05-0,1мм.
 6. В условиях рыночных преобразований применение увеличенных аэрофотоснимков приводит к экономии денежных средств и способствует сохранению необходимой точности инвентаризации лесов. Исследования информационных возможностей увеличенных аэрофотоснимков и особенностей процесса их увеличения необходимо продолжать.
- 4.5. Результаты анализа фотометрических и морфологических признаков дешифрируемых по АКФС объектов

Собранные полевые материалы использовались, в первую очередь, для анализа признаков дешифрирования изучаемых объектов по спектрональным оригинальным (М 1:200 000, СА-20М) и увеличенным до М 1:100 000, 1:50 000 космическим фотоснимкам.

Объекты исследований располагались в южных районах лесотундры, северо-таежной и среднетаежной подзонах, характеризующихся равнинным рельефом. Поэтому при установлении дешифровочных различий особое внимание уделялось разделению дешифрируемой территории на категории земель, имеющие различные типы водного питания.

Анализ фотометрических и структурных признаков дешифрирования выделенных участков проводился под стереоскопом ОДСС-III при увеличении $4,5^x$ (на КФС М 1:50000 при увеличении $1,5^x$). Для того, чтобы в результате анализа получались более объективные и сравнимые результаты, он проводился на одних и тех же участках трех масштабов космической съемки (М 1:200000, 1:100000, 1:50000).

В пределах каждого участка (объекта анализа) на космическом снимке случайным образом с помощью палетки подбирались 15 площадок радиуса $R = 0,7$ мм (М 1:200000) или 1,5 мм (М 1:100000, 1:50000).

Анализ проводился по 8 признакам дешифрирования (методика НИЧ ВО "Леспроект"). Значительный по объему и разнообразию объектов анализа экспериментальный материал (7035 участков категорий земель по всем масштабам КФС) позволил всесторонне изучить информационные особенности контактных (М 1:200000) и увеличенных (М 1:100000, 1:50000) КФС для распознавания и характеристики объектов инвентаризации природных ресурсов.

Результаты исследования показывают, что по спектрональным КФС М1:200000, 1:100000, 1:50000 достоверно выделяются практически все объекты

инвентаризации природных ресурсов. Вероятности ошибок дешифрирования (r) категорий земель варьировали в следующих пределах в зависимости от масштаба КФС, сложности объектов и количества привлекаемых признаков:

- для оригинального масштаба 1:200000 $r = 0,0 - 0,577$;
- для увеличенного в 2 раза масштаба 1:100000 $r = 0,0 - 0,530$;
- для увеличенного в 4 раза масштаба 1:50000 $r = 0,0 - 0,673$

Результаты пошагового анализа признаков дешифрирования показывают, что наиболее значимым признаком на снимках всех исследуемых масштабов являлся цвет изображения.

Данные распределения вероятностей признаков и пошагового анализа позволили составить описательные таблицы признаков и алгоритм процесса аналитического дешифрирования категорий земель и страт инвентаризации.

4.6. Результаты анализа ландшафтных признаков дешифрирования категорий земель на исследованной территории

Ландшафтные признаки дешифрирования объектов по КФС и мелкомасштабным АФС изучались с использованием топографических и геоморфологических карт, схем групп типов леса, материалов физико-географического районирования и АФС крупных масштабов. Разработка ландшафтных признаков дешифрирования выполнялась на выделах, использованных при изучении фотометрических и морфологических признаков. Порядок стереоскопического анализа признаков дешифрирования заключался в следующем.

По данным ландшафтно-географического районирования определялись генерализованные и подчиненные формы рельефа, что давало возможность отнести исследуемый участок к определенному типу увлаженности растительных условий. На следующем этапе анализировались высоты над уровнем моря, экспозиция склонов, крутизна, тип рельефа, местоположение участка в рельефе местности, режим водного питания, местоположение в системе гидрографической сети с учетом расстояния до тех или иных водотоков.

Формализованная классификация всех признаков дешифрирования позволила автоматизировать обработку полученных результатов с определением вероятности их появления.

По результатам статистической обработки формировались ведомости ландшафтных признаков дешифрирования, которые совмещались в дальнейшем с результатами выборочных натурных работ. Полученные данные представляли собой обучающую выборку исполнителей-дешифровщиков, необходимую для последующей идентификации всех компонентов природных ресурсов по АКФС.

Результаты анализа показали, что высота над уровнем моря в данных растительных условиях не являлась надежным дешифровочным признаком. Она варьировала всего лишь в пределах 11-12 м, при среднем значении 134,3 м. Экспозиция склонов не могла быть информативным признаком из-за незначительной выраженности рельефа.

4.7. Оценка результатов комплексной инвентаризации и картографирования природных ресурсов объектов

В результате работ, выполненных на территории Красноселькупского лесхоза, были получены материалы совмещенных статистической (атрибутивной) и картографической баз данных лесного и земельного фонда применительно к 3-му разряду лесоустройства на основе ГИС-технологии. Основными этапами выполненной инвентаризации являлись:

- актуализация данных прежнего лесоустройства на естественный рост с учетом современной нормативно-справочной информации;
- учет и внесение текущих изменений в лесном фонде на основе АКФС;
- таксация категорий земель лесного и земельного фонда;
- перевод всей лесоустроительной информации из системы "Соли" в геоинформационную систему "WinPLP";
- создание геоинформационной системы "ЛУГИС" по объекту инвентаризации.

Выполненные исследования позволили получить следующие материалы комплексной инвентаризации:

- проект организации и ведения лесного хозяйства;
- учет лесного фонда с расчетом норм лесопользования;
- ведомости поквартальных итогов;
- таксационные описания и поконтурные ведомости геоботанических описаний;
- планы лесонасаждений М 1:50000 (тематически окрашенные и черно-белые);
- серия геоботанических карт М 1:50000 (земельных угодий, оленеемкости летних и зимних кормов северного оленя, стоимости возмещения потерь в случае изъятия пастбищ из сельскохозяйственного оборота);
- программные документы "WinGis" – "ЛУГИС" системы реализации запросов.

На территории второго объекта – ГЗ "Верхне-Тазовский" - выполнены аналогичные работы с дополнением результатов информацией о почвенной характеристике таксационных выделов и охотничье-промысловых ресурсах.

4.8. Исследования подробности и точности работ

При оценке подробности и точности работ в качестве контроля использовались данные прежнего лесоустройства и материалы натурных обследований. Выбор показателей для выделения покрытых и не покрытых лесной растительностью земель определялся высокой достоверностью (0,68) их опознавания на АКФС. В целом они позволяли дать таксационную характеристику каждого участка в объеме, обычном при глазомерной таксации. При стратификации использовались:

- преобладающая порода или группа пород;
- группа возраста;
- группа типов лесорастительных условий согласно грациям ландшафтно-географических признаков;
- группа полнот.

В нелесных и не покрытых лесной растительностью землях выделялись все соответствующие категории.

Основные для резервных лесов категории не покрытых лесной растительностью и нелесных земель надежно опознаются на спектрозональных КФС и АФС: гари – по ярко фиолетовому цвету, болота – по общему контуру и рисунку грядково-мочажинных комплексов.

Максимальные и минимальные площади участков территории лесхоза приходились на долю нелесных категорий, в основном, болот. Средняя площадь лесопокрытых участков составила 204 га в резервных лесах и 35 га в эксплуатируемых лесах. На территории заповедника средняя площадь выделенного лесопокрытого участка составила 33 га.

Проведенные исследования показали, что вероятности ошибок правильного распознавания (r) имеющихся категорий земель, в среднем, составляли для масштаба КФС 1:50 000 – $r = 0,270$, 1:100 000 – $r = 0,263$, 1:200 000 – $r = 0,204$, т.е. примерно были одинаковыми и не зависели от проекционного увеличения фотоснимков.

Для анализа ошибок распознавания объектов дешифрирования были сформированы следующие характеристические группы по значению r :

- от 0 до 0,250 – хорошее;
- от 0,251 до 0,500 – удовлетворительное;
- от 0,501 и выше – неудовлетворительное.

Оценки достоверности распознавания объектов комплексной инвентаризации приведены в таблице 3.

Таблица 3 - Оценка распознавания объектов комплексной инвентаризации природных ресурсов по спектрозональным космическим контактным и увеличенным фотоснимкам

Масштабы КФС	Количество пар сравниваемых объектов дешифрирования	Оценка распознавания объектов инвентаризации			
		хорошая	удовлетворительная	неудовлетворительная	средняя вероятность ошибки распознавания (r)
1 : 50 000 (увеличенный)	<u>22</u> 100 %	<u>10</u> 45 %	<u>10</u> 45 %	<u>2</u> 10 %	0,270
1 : 100 000 (увеличенный)	<u>25</u> 100 %	<u>12</u> 48 %	<u>12</u> 48 %	<u>1</u> 4 %	0,263
1 : 200 000 (оригинальный)	<u>26</u> 100 %	<u>17</u> 65 %	<u>7</u> 27 %	<u>2</u> 8 %	0,204

Участки, имеющие различные режимы увлажнения и дренажа, хорошо и удовлетворительно распознаются на КФС трех масштабов. Необходимо отметить, что оценивалась достоверность распознавания наиболее сложно идентифицируемых по КФС страт. При планировании объема выборки точность дешифрирования запасов, равная $\pm 16\%$, была принята в соответствии с требованиями метода фотостатинвентаризации. Для отдельных категорий редко встречающихся древостоев в формулы по определению запасов вводились поправки.

4.9. Организация экологического мониторинга и кадастровой оценки лесов

Экологический мониторинг и кадастровая оценка лесов являются мероприятиями эколого-экономического характера и должны входить в состав комплексной инвентаризации природных растительных ресурсов.

В 1991 – 1995 гг. Северо-Западным лесоустроительным предприятием совместно с Институтом леса Финляндии выполнены исследования по локальному экологическому мониторингу сосновых лесов на территории Карельского перешейка и Юго-Восточной Финляндии. В процессе исследований были получены:

- качественные и количественные характеристики веществ, загрязняющих лесные экосистемы;
- уровни воздействия вредных выбросов промышленных предприятий на растительность и почвы для обеспечения нормального роста здоровых насаждений;
- градиент нагрузок вредных эмиссий между крупными источниками промышленного загрязнения природной среды Ленинградской области и Финляндии;
- параметры роста и развития лесов в районах аэротехногенных загрязнений на 20 пробных площадях Карельского перешейка и Юго-Восточной Финляндии;
- совокупность растительных индикаторов промышленного загрязнения природной среды.

Работы выполнялись по международной методике мониторинга земель Европейской экономической комиссии в соответствии с требованиями международных стандартов. Таким образом, обеспечивались корректность получаемых результатов и их сопоставимость с данными других исследований.

В процессе исследований анализировались образцы атмосферных осадков, фильтрованных осадков в почве на различной глубине, кислотность и проводимость, общая и сульфатная сера, общий аммиачный и нитратный азот, определялось содержание 16 химических элементов, в том числе ряда тяжелых металлов.

На пробных площадях регулярно производился отбор образцов мхов, лишайников-эпифитов и коры деревьев для определения содержания тяжелых металлов.

На основе исследований таксационной структуры сосняков получены данные текущего и периодического прироста. Исследовалось также влияние промышленных эмиссий на состояние и развитие тонких корней деревьев.

На данном этапе исследований можно сделать следующие выводы.

1. Изучение водного баланса и состава вод позволило выявить относительно большое содержание серы, аммония и нитратов на Карельском перешейке. Однако высокая концентрация кальция и магния в отложениях снижает окисляющий эффект серы и азота. Результаты измерений отложений серы, азота, магния, кальция и др. элементов были аналогичны данным других исследователей [Хелмисаари, Мялккенен, 1989; Клемм, 1989; Ярвинен, Вянни, 1994 и др.].
2. Буферная система почв нейтрализует большинство загрязнений, попадающих в лесную почву.
3. Исследования роста сосняков показали заметные различия в среднем периодическом приросте по разные стороны границы. Годичная интенсивность прирас-

тания древесины в Юго-Восточной Финляндии оказалась на 43,3% выше, чем в аналогичных древостоях России, а средний периодический прирост по запасу сосняков Финляндии оказался на 15,5% выше, чем в аналогичных древостоях Карельского перешейка.

4. Установленные различия в значениях среднего периодического прироста, возможно, являются следствием применения в Финляндии скандинавской технологии рубок ухода.

ГЛАВА 5. ЭЛЕМЕНТЫ КАДАСТРОВОЙ ОЦЕНКИ ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ

5.1. Исследования экономической оценки природных ресурсов территорий традиционного природопользования

Количественная и экономическая оценка природных ресурсов выполнялась для определения перспектив развития традиционных отраслей хозяйства с учетом многофункционального использования земель традиционного природопользования.

В качестве элементов кадастровой оценки выполнялась ресурсная и экономическая оценка оленьих пастбищ, охотничьих угодий, зон промысла дикоросов, кормовых угодий и другой продукции сельскохозяйственного производства. Особым этапом исследований являлась экономическая оценка лесных ресурсов, водохранных, средозащитных функций лесов и их других полезностей.

В процессе исследований использованы различные фондовые нормативно-справочные материалы известных исследователей—геоботаников (Титов Е.А., Щелкунова Р.П., Беляева Н.В.) и лесоводов (Чупров Н.П.).

Определение стоимости земель традиционного природопользования для каждого вида пользования велось отдельно: оленьи пастбища, охотничье-промысловые и рыбные угодья, территории, используемые для сбора дикорастущих пищевых и лекарственных видов растительного сырья, кормовые угодья для сельскохозяйственных животных, лесозаготовки для местного потребления и промышленных целей.

Результаты ресурсной оценки, имеющие стоимостные эквиваленты по видам использования для одного и того же природно-территориального комплекса, суммировались с определением стоимости 1 га земли.

Исследования завершились составлением методических рекомендаций с изложением порядка работ по экономической оценке земель и приведением необходимых нормативно-справочных материалов.

5.2. Ориентировочная стоимость и эффективность комплексной инвентаризации

Стоимость выполненной инвентаризации и картографирования природных ресурсов определялась на основе учета затрат рабочего времени по отдельным видам работ. Данные учета трудозатрат получены на основе многолетнего опыта производственных работ, связанных с инвентаризацией лесов с применением дистанционных методов. В течение 20 дней проводилась фотография рабочего дня

при дешифрировании АКФС, фотопроб и стереовыделов, а также лесотаксационных выделов при монокулярном наблюдении. Данные обработки наблюдений позволили установить примерные нормы на виды дешифрирования:

- дешифрирование в целях стратификации компонентов природных ресурсов (с подготовкой снимков) – 38,1 выделов за 8 часовой рабочий день;
- аналитико-измерительное дешифрирование фотопроб по спектрзональным аэрофотоснимкам М 1:10 000 (с измерениями h_m) – 19,1 фотопроб за 8 часовой рабочий день;
- аналитическое дешифрирование насаждений по маршрутным спектрзональным аэрофотоснимкам М 1:10 000 - 40 выделов за 8-часовой рабочий день.

Затраты на полевые обследовательские и таксационные работы определялись на основе действующих норм выработки. Ландшафтно-типологические, почвенные, анализ признаков дешифрирования, другие виды полевых работ и камеральная обработка материалов учитывались по фактическим затратам рабочего времени и средств.

ГЛАВА 6. ВЫВОДЫ И ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО СОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ И РАЗВИТИЮ МЕТОДОВ УЧЕТА И ОЦЕНКИ ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ

Анализ компонентов технологии комплексной инвентаризации и картографирования природных ресурсов с использованием ГИС и ДМ показал, что высокая эффективность метода может быть достигнута и в период рыночных преобразований. Подтверждением служат следующие результаты исследования:

1. Высокая точность комплексной инвентаризации природных растительных ресурсов: лесов, кормовых ресурсов, типов почв, ресурсов охотничьего промысла или резерватов промысловых животных: ошибка определения запасов природных ресурсов не превышала $\pm 2-3\%$, при достоверности 0,95. Результаты комплексной инвентаризации не уступали материалам лесоустройства по 3 разряду.

2. Возможность планирования точности инвентаризации, как по видам природных ресурсов, так и по составляющим их компонентам с учетом хозяйственной целесообразности. Использование новой технологии позволило определить запасы природных ресурсов с точностью $\pm 2\%$. Для эксплуатационного фонда и кормовых ресурсов этот показатель составил $\pm 2,6\%$ при достоверности 0,95. Заданная точность определения запасов природных ресурсов равна $\pm 3\%$, а по эксплуатационному фонду и кормовым ресурсам $\pm 5\%$, соответственно.

3. Метод комплексной инвентаризации растительных природных ресурсов обеспечивает достаточно высокую точность получения итоговых данных распределения площадей и запасов по классам инвентаризации, а лесных ресурсов – по классам возраста (площадей и запасов), что позволяет провести расчет главного пользования древесиной. Распределение площадей по классам возраста (объект инвентаризации в целом) получено с точностью $\pm 4,2\%$, а в пределах отдельных пород $\pm 3-7\%$ при достоверности 0,95.

4. Предлагаемый метод комплексной инвентаризации растительных природных ресурсов позволяет получить на весь объект лесоустройства картографиче-

ские материалы различной тематики, составленные по единой методике и на единой топографической и ландшафтно-географической основе.

5. Важной отличительной особенностью метода комплексной инвентаризации растительных природных ресурсов, является возможность контроля и увязки общих запасов по таксационным описаниям с генеральными данными выборочной статистической инвентаризации. В диссертационном исследовании эта разница по объекту инвентаризации составила всего – 0,53%.

6. Полученные в результате исследований материалы предоставляют возможность разрабатывать проекты мероприятий по охране природных ресурсов и перспективному их освоению с учетом экологических требований.

7. Высокая экономическая эффективность метода комплексной инвентаризации и картографирования природных ресурсов определяет его хозяйственную целесообразность для широкого практического применения. При освоении метода производственными подразделениями на площадях более 5,0 млн. га достигается наименьшая себестоимость 1 га инвентаризации.

8. Необходимо отметить особенности технологии комплексной инвентаризации природных ресурсов, которые должны быть учтены в производстве:

- в основу метода положено размещение объемов выборки по территории объекта с использованием результатов ландшафтно-географического дешифрирования материалов космических и мелкомасштабных аэрофотосъемок;
- для квалифицированного выполнения ландшафтно-географического районирования, ландшафтных и иных специальных исследований, разработки тематических классификаций по отдельным компонентам инвентаризации необходимо создание бригад дешифровщиков в соответствии с тематикой решаемых задач.

9. Для снижения государственных расходов на лесоустроительные работы целесообразно принять 2-х уровневую систему лесоустройства. В ее основу должен быть заложен принцип четкого разделения уровней ответственности, в том числе финансовой, между государственным и частным сектором за создание и поддержку информации о лесных ресурсах и за планирование лесохозяйственной деятельности. Получение информации первого уровня (государственный учет лесного фонда, выборочно-статистическая инвентаризация лесных массивов и др.) является исключительно государственной прерогативой с федеральным ассигнованием.

Госстандарт информации и параметры 2-го уровня должны базироваться на действующей лесоустроительной инструкции, иных нормативных документах с их изменениями и дополнениями расчетов норм лесопользования на многовариантной основе и нормативов по устойчивому управлению лесами.

Финансирование работ по лесоустройству 2-го уровня осуществляется за счет средств заказчика работ. Получение информации 2-го уровня обеспечивается государственными и частными предприятиями с соответствующими лицензионными документами при обязательном контроле лесоустроительной информации государственными лесоустроительными предприятиями.

По теме диссертации опубликованы следующие работы:

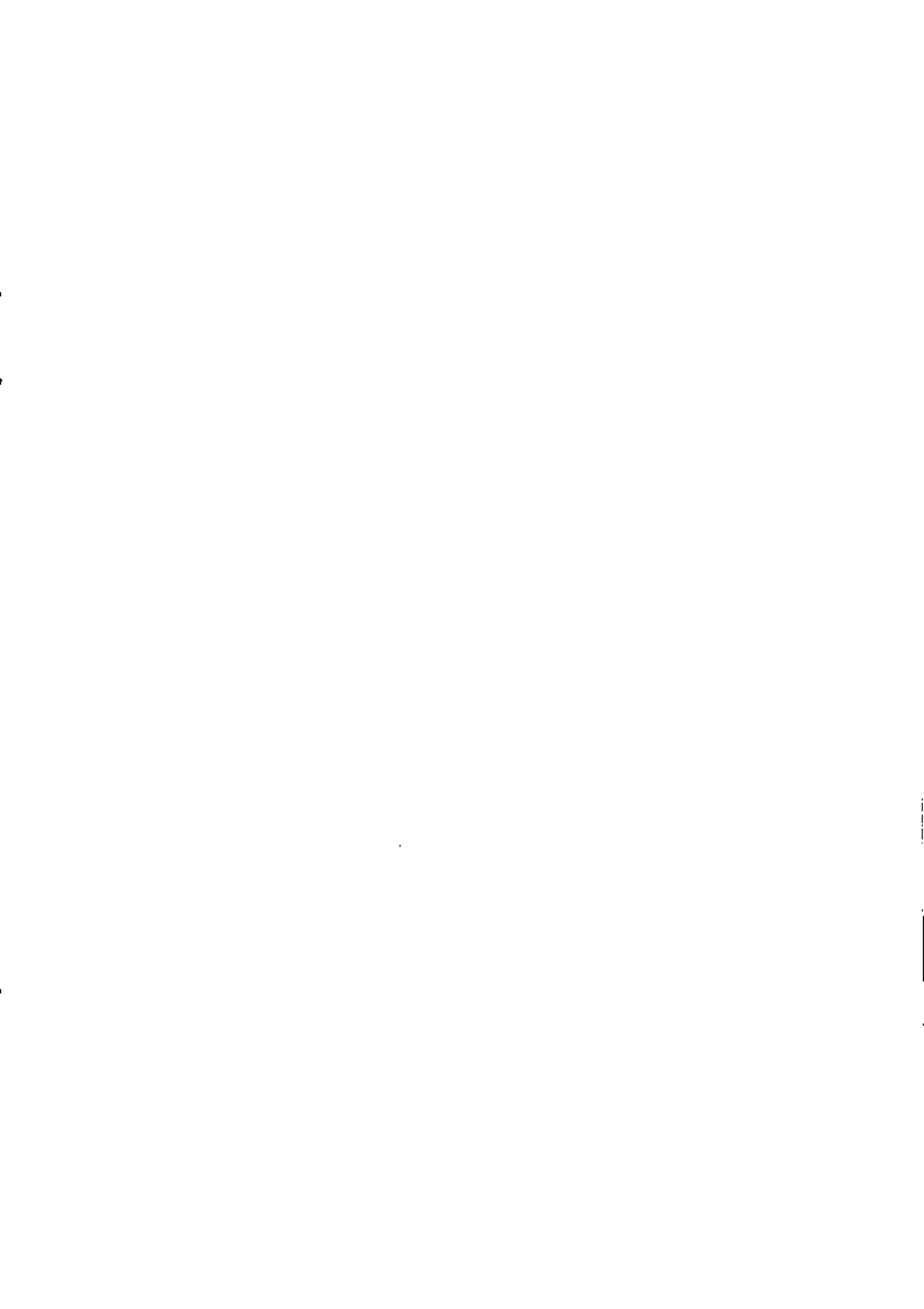
1. Сарманаев А. Н., Архипов В.И. Опыт инвентаризации и картографирования лесов и оленьих пастбищ на основе материалов аэрокосмических съемок. Сб. "Аэрокосмическая информация в народном хозяйстве Красноярского Края и сопредельных регионов". Тезисы докладов научно-практической конференции, Красноярск, 1990, с.68-70.
2. Архипов В.И. Состояние лесов на Карельском перешейке. Инф. бюллетень ГО «Леспроект», № 3, М., 1992, с. 10-16.
3. Архипов В.И., Сарманаев А.Н., Алехин В.Г. Учет и оценка лесосырьевых ресурсов дистанционными методами. Журн. "Лесное хозяйство", М., изд-во "Экология", 1992, № 4-5, с.28-29.
4. Архипов В.И., Березин В.И. Комплексная инвентаризация и картографирование лесных земель и оленьих пастбищ. Журн. "Лесное хозяйство", М., изд-во "Экология", 1995, №4, с.39.
5. Архипов В.И. Состояние лесов на Карельском перешейке. Журн. "Лесное хозяйство", М., изд-во "Лесное хозяйство", 1996, №2, с.28-30.
6. Березин В.И., Архипов В.И. К вопросу об изучении роста осушаемых насаждений. Сб. Труды СПБНИИЛХ, СПб, 1996, с.36-37.
7. Илари Лумме, Владимир Архипов, Наталья Федорец, Эйно Мялккенен. Состояние сосняков в районах Карельского перешейка – Юго-Восточной Финляндии и Костомукши–Кайнуу. Заключительный отчет по Российско-финляндскому научно-исследовательскому проекту. Бюллетень научно-исследовательского института леса Финляндии. Научный центр Вантаа, Финляндия, 1997, 80с.
8. Архипов В.И., Березин В.И. Анализ влияния лесосушительной сети на таксационную характеристику березовых насаждений. Сб. тр. СПБНИИЛХ «Гидротехническая мелиорация земель. Ведение лесного хозяйства и вопросы экологии». СПб, 1997, с. 71-72.
9. Архипов В.И. Лесоустройство и лесной сектор в условиях рыночной экономики. Сб. "Проблемы и перспективы развития лесоустройства", Новосибирск, 1999, с. 60-66.
10. Архипов В.И. Основные принципы Российской системы лесной сертификации. Сб. "Устойчивое развитие и сертификация в российском лесном комплексе. Материалы международной научно-практической конференции", Санкт-Петербург, 2001, с.38-42.
11. Архипов В.И., Березин В.И. Комплексная инвентаризация и картографирование природных ресурсов и земель. Сб. "Аэрокосмические методы и геоинформационные технологии в лесоведении и лесном хозяйстве", М., 2002, с.18-22
12. Архипов В.И., Крнев И.А. Использование данных о рельефе при лесоустройстве. Сб. "Аэрокосмические методы и геоинформационные технологии в лесоведении и лесном хозяйстве", М., 2002, с.240-241.
13. Архипов В.И., Крнев И.А.. Использование данных о рельефе в лесоустройстве и лесном хозяйстве. Сб. "Аэрокосмические методы в лесном комплексе", изд. ЛТА, Санкт-Петербург, 2002, с.86-90.

14. Архипов В.И., Лобимов А.В. Основные направления реформы лесоучетных работ в России. Ученые записки Европейского института леса, 2003, №48, с.141-149.
15. Архипов В.И., Березин В.И., Чистяков Н.Н. и др. Информационные возможности материалов АКФС. В сб. МАНЭБ, т.9, №2, 2004. с.33-38.
16. Архипов В.И., Березин В.И., Чистяков Н.Н. и др. Элементы кадастровой оценки природных ресурсов. В сб. МАНЭБ, т.9, №2, 2004. с.38-39.
17. Архипов В.И., Березин В.И., Чистяков Н.Н. и др. Совершенствование и развитие методов учета и оценки природных ресурсов. В сб. МАНЭБ, т.9, №2, 2004. с.39-42.
18. Архипов В.И., Березин В.И., Чистяков Н.Н. и др. Состояние и перспективы лесоустройства в России. В сб. МАНЭБ, т.9, №2, 2004. с.152-160.
19. Архипов В.И., Березин В.И., Чистяков Н.Н. и др. Комплексная инвентаризация и картографирование природных ресурсов. В сб. МАНЭБ, т.9, №2, 2004. с.160-168.
20. Архипов В.И., Березин В.И., Лумме И. Исследование роста сосновых древостоев на кластерах экологического мониторинга. Мелиорация, использование и охрана земель. ММС.СПб.; СПбНИИЛХ. 2004. с.77-84.
21. Сухих В.И., Архипов В.И., Березин В.И. и др. Инвентаризация резервных лесов на основе автоматизированной интерпретации космических сканерных снимков. Журн. "Лесное хозяйство", М., изд-во "Лесное хозяйство", 2004, №4.
22. Lumme, I, Arkhipov, V. Ilman erapuhtuksien kuormitus Kaakkois-Suomessa ja Karjalan kannaksella. Ilmansuojelu-uutiset, 1993, p.34-38.
23. Ilari Lumme, Vladimir Arkhipov ja Ippo Kettunen. Ilman erapuhtuksien Laskeuma, maavedenlaatu ja neulasten ravinnetila Kaakkois-Suomen ja Karjalan kannaksen mannikoissa. KARJALAN METSIEN TERVEYDENTILA – TUTKIMUSHANKKEEN VALIRAPORTTI. Metsäntutkimuslaitos, Metsäekologian tutkimusosasto. Vantaa, 1994, p.10-15.
24. Seppo Nevalainen, Pekka Niemela, Vladimir Arkhipov ja Natalia Fedorets: Mannikoiden terveydentila Karjalan alueella. KARJALAN METSIEN TERVEYDENTILA – TUTKIMUSHANKKEEN VALIRAPORTTI. Metsäntutkimuslaitos, Metsäekologian tutkimusosasto. Vantaa, 1994, p. 25-30.
25. Seppo Nevalainen ja Vladimir Arkhipov: Neulasten pintavahojen kunto Kaakkois-Suomen ja Karjalan kannaksen mannikoissa. KARJALAN METSIEN TERVEYDENTILA – TUTKIMUSHANKKEEN VALIRAPORTTI. Metsäntutkimuslaitos, Metsäekologian tutkimusosasto. Vantaa, 1994, p. 31-34
26. V.I. Arkhipov and Ilari Lumme. Monitoring forest condition at Simagino , IUFRO XX World Congress. August, 1995, Finland, p. 20-21.

Отзывы на автореферат в двух экземплярах с заверенными подписями просьба направлять по адресу: 194021, Санкт-Петербург, Институтский пер., 5, Санкт-Петербургская государственная лесотехническая академия, Ученый совет.

Подписано в печать с оригинал-макета 22.10.2004.
Формат 60x84/16. Бумага офсетная. Печать трафаретная.
Уч.-изд.л. 2,0. Печ. л. 2,5. Тираж 100 экз. Заказ № 256.

ФГУП «Северо-Западное государственное лесостроительное предприятие
196084, Санкт-Петербург, ул.Коли Томчака,16



РНБ Русский фонд

2007-4

18206

19 107 207