

УДК 630\*62:004.4.22

**А.Т. Гурьев, Л.В. Абрамова, С.В. Торхов, Д.В. Трубин**

Гурьев Александр Тимофеевич родился в 1949 г., окончил в 1971 г. Архангельский лесотехнический институт, кандидат технических наук, доцент кафедры информационных технологий, проректор по информационным технологиям Архангельского государственного технического университета, директор Института информационных технологий АГТУ. Имеет более 50 работ в области исследования процессов лесного комплекса.



Абрамова Любовь Валерьевна родилась в 1973 г., окончила в 1996 г. Архангельский государственный технический университет, ассистент кафедры информационных технологий АГТУ. Имеет 1 научную работу в области проектирования информационных систем в лесном хозяйстве.



Трубин Дмитрий Владимирович родился в 1949 г., окончил в 1971 г. Архангельский лесотехнический институт, кандидат сельскохозяйственных наук, сотрудник департамента ЛПК администрации Архангельской области. Имеет около 40 научных работ в области генезиса северной тайги, учета и инвентаризации лесного фонда, анализа его структуры и динамики под воздействием антропогенных факторов.



## **ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЛЕСНОГО ХОЗЯЙСТВА**

В целях ведения непрерывного, неисчерпаемого, высокоэффективного лесного хозяйства предложено использовать функциональное моделирование.

*Ключевые слова:* лесное хозяйство, лесные ресурсы, лесоустройство, лесовосстановление, информационные технологии, функциональное моделирование, процессный подход, CASE-технологии, методология структурного подхода SADT.

Лесное хозяйство относится к сложным системам. Поэтому управление им должно быть связано с применением информационных технологий, которые помогают облегчить понимание процессов и обеспечивают взаимодействие всех подразделений.

Основным источником информации о лесах является лесоустройство. В лесном фонде Российской Федерации лесоустройство проводится специализированными государственными организациями. Наиболее распространена технология повторного лесоустройства, проводимая с интервалом 10–15 лет. В межучетный период изменения в лесном фонде отслеживают и фиксируют лесхозы.

Однако они не располагают ни специалистами, ни техническими средствами, ни материалами дистанционного зондирования земли (аэро- и космическая съемка), ни технологией обработки информации. Поэтому такая система не обеспечивает лесопользователей достоверной, актуальной и полной информацией о лесном фонде и эффективности ведения лесного хозяйства.

Лесоустройство – это не просто предоставление информации о лесном фонде. Лесоустроительные проекты являются обязательными нормативно-техническими документами для ведения лесного хозяйства и пользования лесным фондом. Эта очень важная функция трудно осуществима при периодическом лесоустройстве. Изменение экономических условий, нормативно-правовой базы, необходимость уточнения информации о лесном фонде, стихийные бедствия, сложность природных процессов роста и развития насаждений требуют постоянной корректировки проектных решений.

Одно из направлений развития отрасли – переход от периодического к непрерывному лесоустройству [3], проводящемуся каждый год в том объеме и в том месте, где оно нужно для поддержания информации о лесном фонде в актуальном состоянии и соответствующей корректировки проекта. Ежегодное обновление информации о лесном фонде и корректировка проектных решений называются текущими инвентаризациями непрерывного лесоустройства. По современным представлениям текущие инвентаризации должны чередоваться с базовым лесоустройством, которое должно проводиться с периодичностью 20 лет на всей территории устраиваемого объекта.

В настоящее время информационные технологии приобретают все большее значение. Большое преимущество дает функциональное моделирование. Для сбора информации и моделирования процессов используют инструментальные средства, одним из представителей которых являются CASE-технологии [1]. Они обладают следующими основными достоинствами:

- улучшают качество создаваемой информационной системы за счет средств автоматического контроля (прежде всего контроля проекта);
- позволяют за короткое время создать прототип будущей системы;
- ускоряют процесс проектирования и разработки;
- освобождают разработчика от рутинной работы, позволяя ему целиком сосредоточиться на творческой части разработки;
- поддерживают развитие и сопровождение разработки;
- поддерживают технологии повторного использования компонентов разработки.

CASE-технологии используют процессный подход. Этот подход применяется в качестве базового в международных стандартах ISO семейства 9000 и реализуется через существующую методологию структурного анализа и проектирования сложных систем SADT (Structured Analysis and Design Technique). Причем модель, получаемая в процессе разработки, легко воспринимается, поскольку она является графическим представлением действительности.

В методологии SADT каждая функция (работа) представляется прямоугольником с именем этой функции. Функции между собой соединены стрелками (дугами), которые показывают направление связей между функциями и имеют соответствующие имена. В конкретной системе связи между функциями осуществляются передачей материальных и нематериальных объектов, что об-

разует по отношению к ним входные и выходные потоки. Функции воздействуют на объекты при помощи ресурсов, преобразуя их и добавляя им ценность. Таким образом, объект попадает в некий элемент системы, который его улучшает и передает следующему элементу в рамках существующих между ними связей, и т.д. Совокупность функций вместе со связями образует процесс.

Стрелки, входящие в блок функции слева, – входы; выходящие справа – результат процесса, происходящего внутри функции; входящие сверху – управляющие (документы, нормативы, законы); входящие снизу – механизмы и персонал, участвующие в процессе. Построение диаграмм идет сверху вниз, т. е. сначала рассматривают макропроцессы, затем более низкие уровни процессов и отдельные действия.

В результате применения методологии SADT строится модель с четко сформулированной целью и единой точкой зрения, которая состоит из диаграмм, фрагментов текстов и глоссария, имеющих ссылки друг на друга. Диаграммы – главные компоненты модели, все функции и интерфейсы на них представлены как блоки и дуги. Между разработчиками существует правило написания диаграмм: все функции должны именоваться глаголом или отглагольным существительным, стрелки – существительным.

Все наиболее распространенные методологии структурного подхода базируются на ряде общих принципов: «разделяй и властвуй» – решение сложных проблем путем их разбиения на множество меньших независимых задач, легких для понимания и решения; иерархическое упорядочивание – организация составных частей проблемы в иерархические древовидные структуры с добавлением новых деталей на каждом уровне; абстрагирование – выделение существенных аспектов системы и отвлечение от несущественных; формализация – строгий методический подход к решению проблемы; непротиворечивость – обоснованность и согласованность элементов; структурирование данных, которые должны быть структурированы и иерархически организованы.

Для лучшего понимания и осмысления идей формализации бизнес-процессов рассмотрим функциональную модель организации деятельности лесного хозяйства.

Основные цели разработки функциональной модели процессов лесного хозяйства [2]:

1. Представление процессов и принятых в них технологий в виде иерархии диаграмм, обеспечивающих наглядность и полноту их отображения.
2. Определение порядка и последовательности осуществления деятельности.
3. Отслеживание взаимосвязей между различными процессами.
4. Упорядочивание информационных потоков внутри предприятия лесного хозяйства.

Как сказано выше, формализация процессов начинается сверху и представляет обобщенный взгляд на необходимые для деятельности ресурсы и конечный результат (рис. 1). Такая диаграмма называется контекстной.

Объектом ведения лесного хозяйства является лесной фонд. Трудно однозначно определить место лесоустройства в функциональной модели. С одной

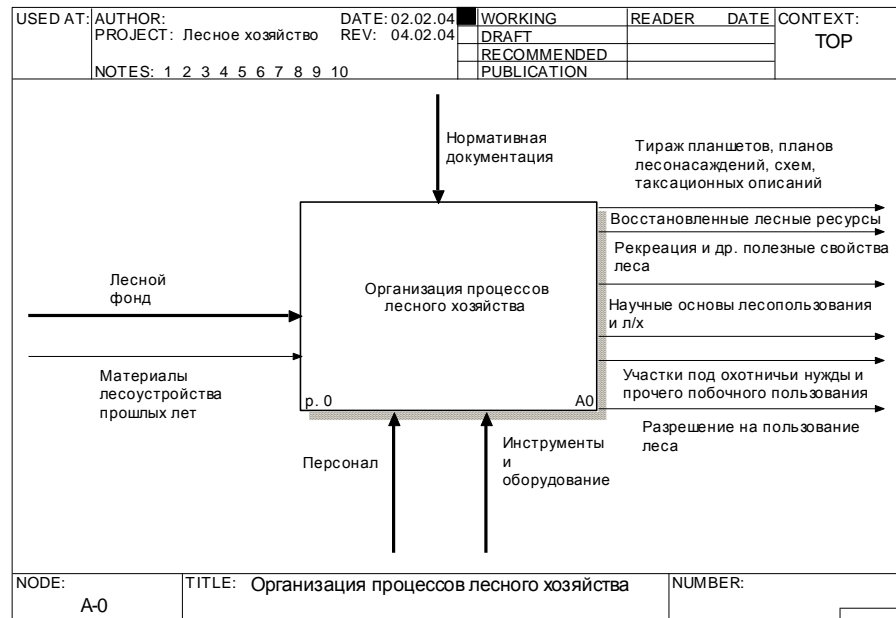


Рис. 1. Контекстная диаграмма организации процессов лесного хозяйства

стороны, это часть лесного хозяйства, но в то же время оно первично и все лесохозяйственные мероприятия могут быть осуществлены только на основе лесоустроительного проекта. Поэтому на диаграмме лесоустройству отведена роль «пусковой кнопки». Такая модель соответствует периодическому лесоустройству. Материалы прошлого (точнее последнего) лесоустройства являются входящим информационным потоком.

При непрерывном лесоустройстве в роли прошлого лесоустройства выступает базовое с внесенными в результате текущих инвентаризаций изменениями. Текущим инвентаризациям на диаграмме отводится место управляющих элементов.

Для более точного понимания имен потоков существует возможность их описания, а в дальнейшем формирования из этого описания отчетов – глоссария надписей к стрелкам по всей модели или ее части (табл. 1). Основные результаты лесохозяйственной деятельности: разрешение на пользование лесом, восстановленные лесные ресурсы, тираж планшетов, планов лесонасаждений, схем, таксационных описаний, лесной фонд, обустроенный под человеческие нужды (рекреационные, водоохранные, ресурсозащитные и т.д., участки под охотничьи нужды и для прочего побочного пользования, а также участки, отведенные под научные исследования). Вся работа должна проводиться квалифицированными специалистами на основании специализированных нормативных документов при помощи специальных инструментов.

Одной из наиболее важных особенностей методологии SADT является постепенное введение все больших уровней детализации по мере создания диаграмм, отображающих модель. Так, следующей за контекстной диаграммой

Таблица 1

**Потоки данных в функциональной модели  
«Организация процессов лесного хозяйства»**

Поток	Определение
Восстановленные лесные ресурсы	Лесные ресурсы, которые были восстановлены.
Корректировка плана	Внесенные изменения в план лесопользования и лесохозяйственной деятельности.
Лесной фонд	Земли, занятые лесом или предназначенные для выращивания леса, а также для ведения лесного хозяйства.
Материалы лесоустройства	Пояснительная записка к проекту организации и ведения лесного хозяйства; ведомости проектируемых мероприятий; таксационные описания; планшеты; планы лесничества и т.д.
Научные основы лесопользования и лесного хозяйства	Достижения лесной науки, позволяющие научно обосновано вести лесное хозяйство.
Обустроенный лесной фонд	Лесной фонд, в котором произведено лесоустройство.
Нормативная документация	Для организации лесоустроительных работ – обязательные технические инструкции и правила производства лесоустроительных работ, которые определяют организацию и технику лесоустройства и составляются федеральными органами лесного хозяйства, а также материалы результатов лесохозяйственной деятельности за прошедшие годы; для лесовосстановления – нормативы лесного и природоохранного законодательства, лесной кодекс; для регулирования пользования лесом – правила заготовки древесины, правила подсочки в лесах, правила проведения прочего лесопользования; для охраны лесов – правила охраны и защиты леса.
Персонал	Инженеры и рабочие, участвующие в подготовке и выполнении работ по ведению лесного хозяйства.
План лесопользования и лесохозяйственной деятельности	План ведения лесного хозяйства на период до следующего лесоустройства (ревизионный период).
Подготовленные к работе снимки	Снимки, проверенные на качество и соответствие заданию, распределенные по таксационным участкам, с нанесенными ходовыми линиями, с контурным дешифрированием, с распознанными и закрепленными на снимке границами выделов.
Разрешение на пользование леса (лицензия)	В зависимости от вида пользования леса выдается соответствующее разрешение.
Результаты изучения материалов	Результат анализа материалов лесоустройства прошлых лет.
Список наличного состава экспедиции	Список наличного состава экспедиции.
Список состава сформированной партии	Состав партий для проведения полевых работ.
Снимки	Снимки со сроком давности в объектах интенсивного ведения лесного хозяйства и лесопользования – 3 года, в объектах с экстенсивным ведением лесного хозяйства – не более 5 лет.

Продолжение табл. 1

Поток	Определение
Тираж планшетов, планов лесонасаждений, схем, таксационных описаний	Основные документы, которые раскрывают подробную подробную выделенную таксационную и хозяйственную характеристику лесного фонда.
Условия, при которых будут выполняться работы	Условия, при которых будут выполняться работы для расчета сметы и договора на производство работ.
Участки после рубок главного пользования	Вырубки – не покрытые лесом земли; места, на которых лес сведен в результате проведения рубок леса, а молодое поколение еще не сомкнулось кронами.
Рекреация и другие полезные свойства леса	Водоохранный лес – лес, растущий у истоков рек и ручьев, по берегам водоемов и водотоков, а также занимающий те места на водосборах, которые определяют водность бассейна. Водоохранные леса регулируют водный сток, защищают водоем от заиления, подмыва берегов и т.д. Защитный лес – естественная или посаженная древесно-кустарниковая растительность, сохраняемая или культивируемая в целях создания благоприятной природной среды для жизни людей; регулирования водного режима; предупреждения эрозии почв; создания условий для жизни ценных животных; защиты технических и строительных объектов от заноса снегом, песком, пылью и т.д. Полезащитный лес – естественные или посаженные участки лесной растительности, предназначенные для создания благоприятных микроклиматических условий развития культурных растений и защиты полей от эрозии, пыльных бурь и т.п. Рекреационный лес – естественный или посаженный лес, используемый для отдыха и санаторно-курортного лечения. Ресурсозащитная территория – природная охраняемая территория, на которой в условиях частичной охраны природных комплексов от хозяйственных вмешательств достигается развитие или относительно полное сохранение одного или нескольких видов природных ресурсов, позволяющих их воспроизводить. Склонозащитный лес – естественная и посаженная лесная растительность, защищающая крутые склоны от размывания и других видов эрозии. Рыбоохранный лес – естественная или посаженная лесная растительность по берегам водоемов, создающая благоприятные условия для жизни и размножения ценных видов рыб.
Участки под охотничьи нужды и для прочего побочного пользования	Участки для сбора ягод, грибов, пастьбы скота, сбора меда, добытия мяса лесных зверей и птиц, пушнины, пера и т.д. Охотничьи угодья по законодательству РФ – все земельные, лесные и водопокрытые площади, которые служат местом обитания диких зверей и птиц и могут быть использованы для ведения охотничьего хозяйства.

будет диаграмма, отображающая основные направления деятельности лесного хозяйства: организация процесса лесоустройства, регулирование использованием леса, лесовосстановление и рубки ухода, охрана лесов от пожаров, вредителей и болезней (рис. 2). Все эти подсистемы взаимодействуют, передавая последова-

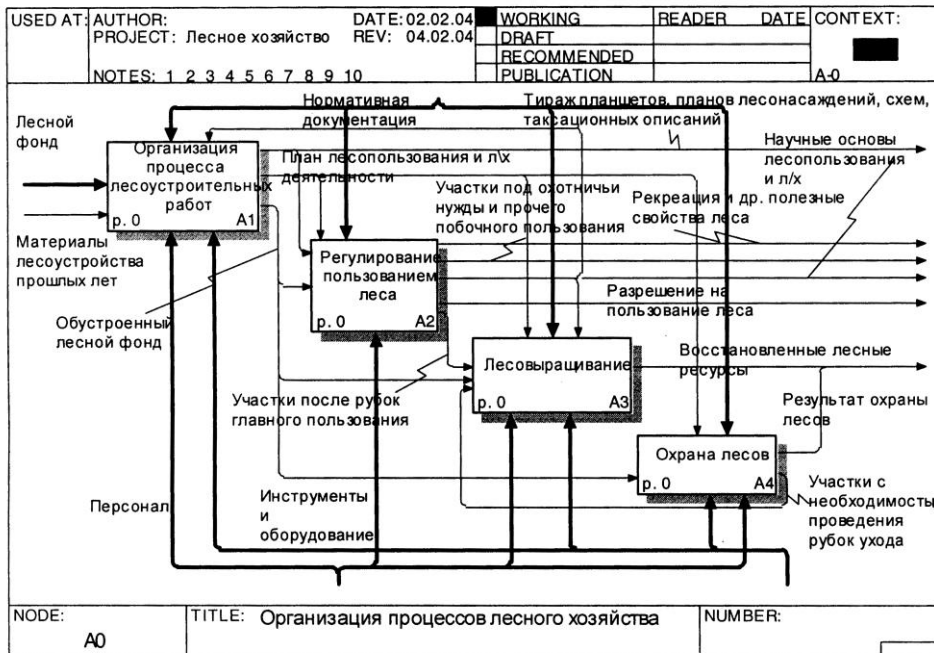


Рис. 2. Диаграмма основных направлений деятельности лесного хозяйства

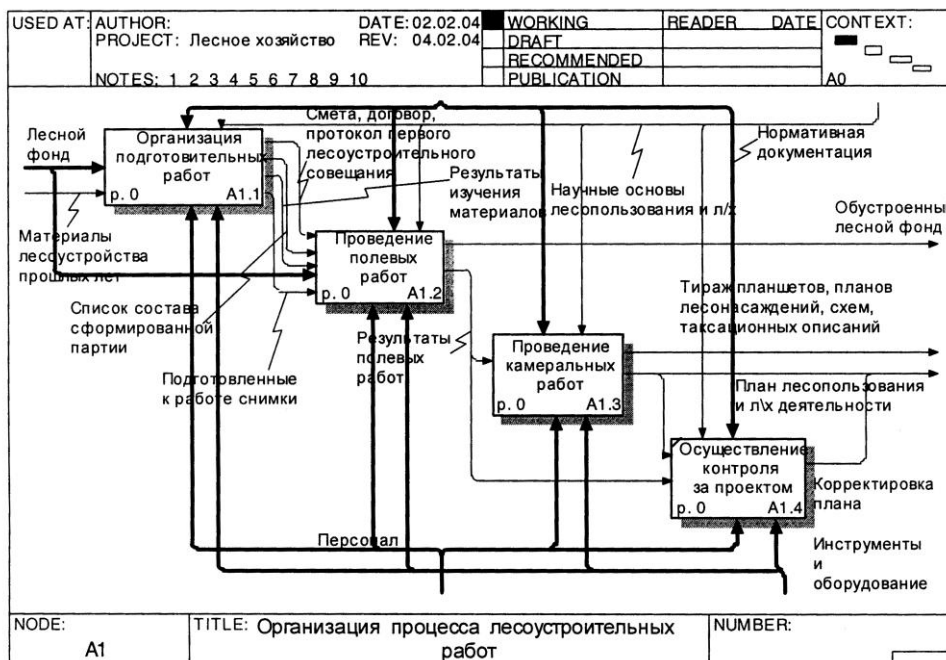


Рис. 3. Разбивка лесоустроительных работ на этапы

тельно друг другу необходимую информацию и объекты для продолжения работ по ведению лесного хозяйства. Характеристики всех проводимых работ также формируются в глоссарий (табл. 2).

Далее каждая подсистема подразделяется на основные этапы проведения работ. Так, подсистема лесоустроительных работ включает в себя подготовительные, полевые и камеральные этапы, а также работы по осуществлению контроля за выполнением проекта (рис. 3).

Регулирование пользования леса состоит из регулирования прямым, побочным, природным использованием леса. Лесовыращивание подразделяется на лесовосстановление, проведение рубок ухода и мониторинга участка, перевод в покрытую лесом площадь. Охрана леса в свою очередь подразделяется на экологическую оценку лесов, выявление и оценку ресурсов аварийной древесины, охрана лесов от пожаров, проведение лесопатологического надзора.

Таблица 2

**Перечень работ функциональной модели  
«Организация процессов лесохозяйственной деятельности»**

Вид работ	Определение
Организация процессов лесного хозяйства	Лесное хозяйство – отрасль материального производства, включающая изучение, учет, воспроизводство, охрану и защиту лесов, регулирование их использования для удовлетворения потребностей населения в лесных ресурсах.
Проведение предварительной дешифровки снимков	Определение видового состава насаждения, границ участков, прокладка ходовых линий.
Организация процесса лесоустроительных работ	Комплекс работ по организации лесного фонда, описанию (таксации), учету и изучению лесов, разработке проектов ведения лесного хозяйства на перспективный период. При лесоустройстве определяются основные положения наиболее эффективного использования и воспроизводства лесных ресурсов устраиваемого объекта, возрасты рубок, расчетные лесосеки (оптимальная норма ежегодной рубки леса), методы и необходимые объемы рубок ухода, лесовосстановительных и др. работ. Базовое лесоустройство повторяется в хозяйственной единице через 10–15 лет. Непрерывное лесоустройство осуществляется на участках, где проводятся хозяйственные мероприятия; на участках, подвергшихся стихийным или иным воздействиям; на участках, которые в установленном порядке изменили юридический статус (группа лесов, категория защищенности).
Организация подготовительных работ	Подготовительные работы выполняются в год, предшествующий году основных полевых работ.
Изучение материалов по территории	Уточнение границ устраиваемого объекта путем полного сбора и тщательного анализа планово-картографических документов прежнего лесоустройства с изменениями к ним; изучение существующего деления лесов на группы и категории защищенности; определение объема новой съемки границ и инструментального восстановления заросших границ; составление проекта квартальной и визирной сетей.



Продолжение табл. 2

Вид работ	Определение
Выполнение аэро- и космической съемки	Аэросъемка проводится специализированными подразделениями департамента воздушного транспорта Министерства транспорта и другими организациями, имеющими лицензию на производство аэрофотосъемки, по договорам с государственными лесоустроительными предприятиями. Аэрофотосъемку следует проводить за 2 года до основных полевых лесоустроительных работ. Перед заключением договора на аэрофотосъемку лесоустроители выявляют возможность использования материалов аэрофотосъемки других ведомств (землеустройства, геологоразведки и пр.). Если такие материалы имеются и удовлетворяют технических условиям, то они приобретаются лесоустроителями, и новая аэрофотосъемка на этих частях территории устраиваемого объекта не производится. При необходимости проведения работ с применением материалов космических съемок государственные лесоустроительные предприятия заключают договор на их получение с организациями Федеральной службы геодезии и картографии.
Формирование полевых партий	Выявление возможностей найма рабочей силы непосредственно в районе работ и установление необходимого числа рабочих; выявление вопросов найма жилья для работников экспедиции, снабжение их продовольствием.
Проведение полевых работ	Во время полевых работ производится таксация, т.е. поучастковое описание лесов. При этом с помощью специальных лесотаксационных приборов определяется породный состав древостоев, возраст, средняя высота и диаметр деревьев, запас сырорастающего и сухостойного леса на 1 га, товарность и др. характеристики леса. Данные таксации каждого лесного участка вносятся в стандартные карточки таксации.
Проведение камеральных работ	В процессе камеральных работ производится обработка и анализ результатов полевых работ.
Осуществление контроля за проектом	Сбор и анализ сведений о выполненных за истекший ревизионный период работах.
Регулирование пользованием леса	Важной задачей как лесного, так и охотничьего хозяйства является правильное регулирование численности промысловых животных в лесу в расчете на единицу площади. Побочное пользование лесом должно проводиться на основе правильного сочетания принципов многоцелевого лесного хозяйства с требованиями разумной специализации отдельных его участков.
Лесовыращивание	Лесовосстановление применяется для образования новых лесных площадей или улучшения состава древесных пород. Важное значение придается эффективному использованию естественных возобновительных сил природы путем применения соответствующих систем рубок, сохранения при лесозаготовках молодого поколения (подроста), что обеспечивает естественное возобновление леса на значительных площадях.
Охрана лесов	Включает: а) обеспечение охраны лесов нормативной базой, определяемой лесной политикой страны, устанавливаемой лесным законодательством; б) технические мероприятия, направленные на сохранение лесов от лесных пожаров, вредителей и болезней; в) действие лесной охраны, порядок и правила применения правовых норм, направленных на сбережение лесов.

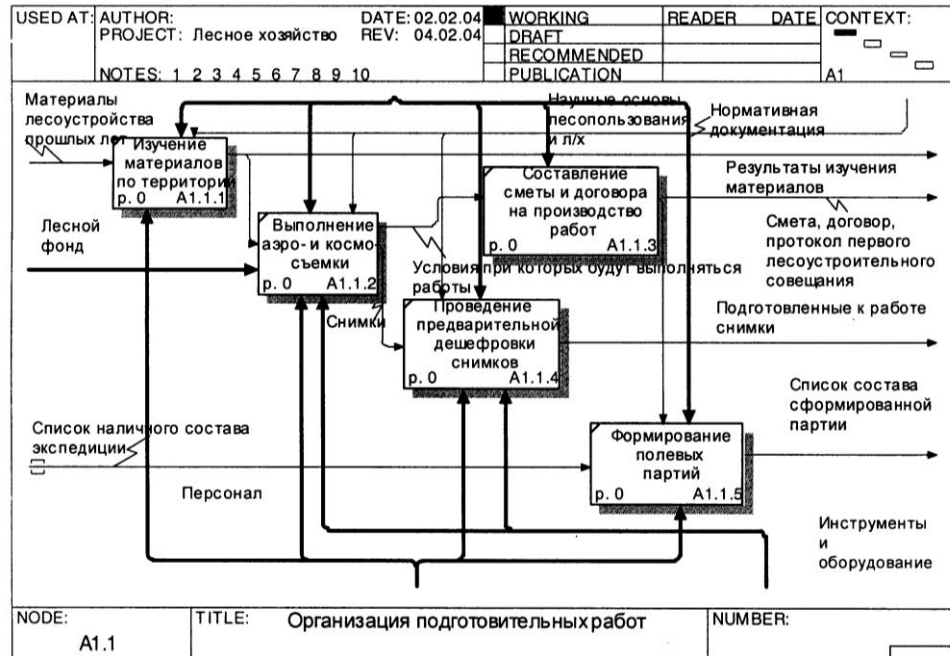


Рис. 4. Разбивка подготовительных работ лесоустройства на процессы

Следующий уровень декомпозиции – разбивка этапов на процессы, которые в свою очередь будут делиться на процедуры, и так далее до требуемого уровня вложенности. Например, организация подготовительных работ по лесоустройству включает следующие процессы: изучение материалов по территории, выполнение аэро- и космической съемки, составление сметы и договора на производство работ, проведение предварительной дешифровки снимков, формирование полевых партий (рис. 4). Предложенная модель в целом представляет собой взаимосвязанные процессы лесного хозяйства и наглядно демонстрирует информационные потоки между ними.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Вендров А.М. CASE-технологии. Современные методы и средства проектирования информационных систем. – М.: Финансы и статистика, 1998. – 176 с.
2. Гурьев А.Т., Абрамова Л.В., Кузнецова Е.А. Функциональное моделирование процессов лесного комплекса: Учеб. пособие. – Архангельск: Изд-во АГТУ, 2003. – 137 с.
3. Ердяков С.В., Трубин Д.В. Проблемы северотаежного лесоустройства и эффективного использования лесных информационных ресурсов с применением современных технологий.

АГТУ  
Архангельская лесоустроительная экспедиция  
Департамент администрации Архангельской области

Поступила 16.02.04.

*A.T. Gurjev, L.V. Abramova, S.V. Torkhov, D.V. Trubin*  
**Functional Modelling of Forestry**

Functional modeling is offered for use to realize sustainable, non-exhaustible, high-efficient forestry.