

DOI 10.31509/2658-607x-2019-2-1-1-18

УДК 630\*+577.4

## ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ ОРГАНИЗАЦИИ И ПРОВЕДЕНИЯ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИНВЕНТАРИЗАЦИИ ЛЕСОВ (ГИЛ)

© 2019 г.

А.С. Алексеев

*Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени*

*С.М. Кирова*

*Россия, 194021, Санкт-Петербург, Институтский пер., 5*

E-mail: [a\\_s\\_alekseev@mail.ru](mailto:a_s_alekseev@mail.ru)

Поступила в редакцию 27.11.2018

Первые национальные инвентаризации лесов, основанные на статистическом методе оценки лесных ресурсов, были начаты в 20-е годы в Скандинавских странах Норвегии (1919-1930), Швеции (1923-1929) и Финляндии (1921-1924). В России первые работы по статистической инвентаризации также были осуществлены в эти же годы, но на уровне отдельных регионов. Анализ почти 100 летнего зарубежного опыта организации и проведения национальных инвентаризаций лесов в ведущих лесных странах мира, а также отечественного опыта статистической инвентаризации лесов и промежуточных итогов проведения ГИЛ в России с 2007 года, позволяет обосновать основные принципы ее организации и проведения. Основными достоинствами статистической инвентаризации лесов являются ее известная точность и экономичность по сравнению с инвентаризацией, проводимой в процессе лесоустройства. Однако эти преимущества могут быть реализованы только при правильной ее организации и проведении.

**Ключевые слова:** *национальная инвентаризация лесов, пробная площадь, стратификация, регулярная сеть пробных площадей, кластер пробных площадей, материалы ДЗЗ, лесной район, лесорастительная зона*

С 2007 по 2015 год государственная инвентаризация лесов с проведением измерений на пробных площадях выполнена на общей площади 327 млн. га, т.е. на 26% площади лесов Российской Федерации. В соответствии с Государственной программой «Развитие лесного хозяйства на 2013-2020 годы» работы должны были быть выполнены на 39% площади лесов (табл.1).

Постановлением Правительства от 31 марта 2017 года № 399, задним числом, этот показатель (индикатор) выполнения государственной программы был снижен до фактического уровня выполнения в 2013-2015 годах и значительно уменьшен для

оставшихся лет выполнения программы. Невыполнение государственной программы от ранее установленных нормативов нарастало по годам от 1.4% в 2013 году, 13% в 2015 году до 22% в 2020 (табл.1).

**Таблица 1.** Показатели (индикаторы) реализации государственной программы «Развитие лесного хозяйства на 2013-2020 годы»

| Наименование показателя   | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 |
|---|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Государственная программа «Развитие лесного хозяйства на 2013-2020 годы» от 15апреля 2014 г. №318                                       | 1    | 9    | 9    | 4    | 2    | 3    | 1    | 0    |
| Государственная программа «Развитие лесного хозяйства на 2013-2020 годы» от 31 марта 2017 г. № 399, до 2015 года фактическое выполнение | 9.6  | 3    | 6    | 9    | 4    | 0    | 8    | 8    |
| Отклонение, %   | 1.4  | 6    | 13   | 15   | 18   | 23   | 23   | 22   |

Показатель: доля площади лесов, в которых осуществляется ГИЛ на основе постоянных пробных площадей, в общей площади лесов, %.

В результате изучения данных (табл. 1) возникает закономерный вопрос о том, когда будет завершен первый цикл ГИЛ, если в 2020 году предполагается покрыть сеть пробных площадей только 58% площади лесов. Становится очевидным, что проект ГИЛ не будет закончен в срок 10 лет с момента начала его реализации в 2007 году, как это практикуется во всех странах, осуществляющих подобные проекты. Нарастающее невыполнение показателей государственной программы 2014 года и их корректировка на 22% к 2020 году позволяет сделать вывод о том, что порядок и методика проведения ГИЛ не способствуют динамичной реализации важнейшего для лесного хозяйства страны проекта ГИЛ.

В результате было принято волевое решение завершить первый цикл ГИЛ в 2020 году с закладкой 68 287 пробных площадей вместо ранее запланированных 84 700, сокращение составит 16 413 пробных площади или 19.4%.

**Таблица 2.** Итоги выполненных (2007-2017) и планируемых (2018-2020) работ по ГИЛ

| Выполнено в 2007-2017 |             | Планируется в 2018 |             | Планируется в 2019 |             | Планируется в 2020 |             |
|-----------------------|-------------|--------------------|-------------|--------------------|-------------|--------------------|-------------|
| Площадь               | Кол-во п/пл | Площадь            | Кол-во п/пл | Площадь            | Кол-во п/пл | Площадь            | Кол-во п/пл |
| 468.9                 | 57.7        | 216.0              | 4.6         | 239.8              | 4.2         | 259.8              | 2.2         |

Площадь – млн. га, количество пробных площадей – тыс. шт.

Как следует из таблицы 2 в последние три года цикла ГИЛ планируется инвентаризация 715.6 млн. га с помощью 11 000 пробных площадей, т.е. одна пробная площадь будет представлять 65 054.5 га. В первые десять лет цикла (2007-2017) 468.9 млн. га были представлены 57 300 пробных площадей или 8 126.5 га на пробную площадь, что более чем в 8 раз меньше, поэтому с большой вероятностью результаты инвентаризации за последние 3 года могут быть смещенными и неточными.

Анализ зарубежного (Zon, 1910; Tomppo et.al., 2001, 2008, 2010b, 2011, 2014; Kangas, Maltamo, 2006; Köhl et.al., 2006; Креснов и др., 2008) и отечественного опыта (Орлов, 1929a,b; Зиновьев, 1930; Богословский, Зиновьев, 1932; Глазов, 1976; Федосимов, Анисочкин, 1979; Федосимов 1986) организации и проведения национальных инвентаризаций лесов в ведущих лесных странах, а также последнего опыта проведения ГИЛ в России (Алексеев, 2010; Синкевич, 2011; Алексеев 2013; Моисеев, Филипчук, 2014), позволяет обосновать основные принципы ее организации и проведения и предложить изменения в порядок и методику проведения ГИЛ с целью повышения эффективности процесса реализации проекта.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Объектом исследования были системы организации и проведения национальных инвентаризаций лесов в основных лесных странах мира (Ranneby et.al., 1987; Holmgren, Person, 2003; Kuliesis et.al., 2003; McRoberts et. al., 2005; Bechtold, Patterson, 2005; Lorenz et.al., 2005; Survey instruction, 2006; Gabler, Schadauer, 2008; National Forest Inventories..., 2010; Tomppo et.al., 2010a, 2011) рекомендации и методические материалы ФАО ООН (National forest monitoring..., 2009) по проведению национальных инвентаризаций лесов, порядок и методика государственной инвентаризации лесов в России.

Рассматривались и анализировались первые промежуточные результаты проведения ГИЛ, обоснованность основных методических решений по проведению инвентаризации, динамика работ по закладке пробных площадей ГИЛ, структура пробной площади ГИЛ и перечень определяемых показателей, обработка и представление результатов.

**Целью** исследования является разработка рекомендаций по повышению эффективности системы проведения ГИЛ, снижению затрат и повышению достоверности получаемых результатов.

## **РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ**

Предлагается разбить весь совокупный процесс проведения ГИЛ на пять этапов.

1. Проектирование общенациональной регулярной сети ГИЛ. На основе анализа отечественного и зарубежного опыта проведения национальных инвентаризаций лесов статистическими методами наиболее обоснованным способом размещения выборки пробных площадей (кластеров) является регулярная сеть. Такой способ применяется в большинстве лесных стран мира и рекомендован ФАО ООН для повсеместного применения.

Для создания постоянно действующей системы ГИЛ необходимо разбить всю территорию страны на регулярные ячейки инвентаризации известной формы, которые составят потенциальные места размещения кластеров пробных площадей.

Такое разбиение получается автоматически при использовании регулярного (равномерного) размещения кластеров пробных площадей. Как более простую можно рекомендовать регулярную сеть с квадратной ячейкой и длиной стороны кратной 2 и площадью кратной  $2^2$ , что позволяет обеспечить вложение ячеек меньшего размера, со стороной, выраженной в целых километрах в данную ячейку.

Использование регулярной сети играет ту же роль, что и квартальная сеть при лесоустройстве, она позволяет упорядочить и организовать изучаемую территорию, облегчает планирование и проведение инвентаризационных работ. Такая сеть реализует федеральный подход к организации и проведению государственной инвентаризации лесов, наличие сети позволяет организовать получение информации о лесах с первого года цикла проведения инвентаризации лесов, позволяет рационально разместить временные кластеры пробных площадей, позволяет упорядоченно интегрировать данные о лесах из всех доступных источников, включая электронные карты местности и рельефа, тематические карты, материалы ДЗЗ. Наличие регулярной сети обеспечивает преемственность последовательных циклов инвентаризации, облегчает пересчет характеристик лесного фонда с пробных площадей и кластеров на территорию методами геостатистики (Taylor, 1983; Демьянов, Савельева, 2010).

Ячейки сети должны иметь соответствующую многоуровневую нумерацию и привязку к географическим координатам. На основе этой структуры следует создавать соответствующую базу данных и ГИС.

Стратификацию лесного фонда для ГИЛ следует проводить по ландшафтно-географическим признакам (лесорастительным зонам, лесным районам) с постоянными во времени границами.

Основными параметрами регулярной сети кластеров пробных площадей являются число размещаемых на сети пробных площадей, число кластеров пробных площадей и шаг сети (размер ячейки). Обоснование необходимого числа пробных площадей можно осуществлять теоретическим способом (Cochran, 1977) и методом имитационного моделирования.

Кластер пробных площадей системы ГИЛ представляет собой регулярно связанную совокупность элементарных пробных площадей. Размеры кластера, число пробных площадей в нем и число оцениваемых параметров на пробной площади выбираются так, чтобы было возможным выполнить все измерительные работы на всех пробных площадях кластера за нормированное рабочее время, например, за 1 день работы.

Объединением пробных площадей в кластеры достигается экономия времени на перемещения между пробными площадями. Такой подход обеспечивает рациональное соотношение затрат времени на закладку пробных площадей в кластерах и перемещение между ними. Косвенно отсюда вытекает объем работ на одной пробной площади и количество оцениваемых параметров, оно не может быть слишком большим.

Кластеры могут иметь различную форму и размеры. В принципе возможны и применяются на практике 3 основные формы кластеров пробных площадей: линейная, L – образная, квадратная. С точки зрения удобства проведения работ наиболее выгодной является замкнутая форма кластера – квадратная. При такой форме измерительные работы на пробных площадях заканчиваются в точке их начала, что является удобным со многих точек зрения, в частности при такой форме минимизируются холостые проходы по периметру кластера или между пробными площадями.

Основным недостатком кластеров является возможность корреляции таксационных характеристик пробных площадей. В этом случае пробные площади дают меньшее количество информации о лесах, так как ее можно получить по имеющимся корреляционным (регрессионным) соотношениям. При выборе расстояния между пробными площадями необходимо обеспечить его минимизацию, одновременно с минимизацией корреляционных связей между соседними пробными площадями, что представляет собой достаточно сложную задачу (Matern, Ranneby, 1983).

На основе расчетов в кластере предлагается объединить 8, 12 или 16 пробных площадей, тогда можно выделить 3 типа кластеров в зависимости от расстояния между пробными площадями. Чем больше требуемое расстояние между пробными площадями, тем

меньше пробных площадей в кластере, так как основное условие – 1 кластер за установленное рабочее время (например, 1 день работы) остается неизменным.

В кластерах с большим расстоянием между пробными площадями большая часть времени тратится на перемещение, кроме того, здесь предполагаются более однородные насаждения и требуется меньшее число пробных площадей. При расчете размеров кластера, исходя из указанных выше оснований, должно приблизительно выполняться следующее условие: Число п/площадей кластера \* периметр кластера = константе.

Одним из важнейших преимуществ регулярной общенациональной сети пробных площадей является возможность получения статистических данных о лесном фонде по всей стране, начиная с первого года цикла ГИЛ. Для этого регулярная сеть должна быть обследована вся, но каждый год на 1/10 части пробных площадей. Для этого вся регулярная сеть должна быть разбита на 10 частей равномерно (эквидистантно) покрывающих территорию страны.

При обследовании 1/10 части пробных площадей всей сети итоговые результаты будут получены с точностью меньшей в  $\sqrt{T}$  раз, где T – длительность цикла инвентаризации. Если цикл инвентаризации равен 10 годам, то результаты первого года будут иметь ошибку в  $\sqrt{10}=3,16$  раз большую, чем запланировано на весь цикл. Например, если сеть ГИЛ спроектирована под точность 5%, то по данным первого года точность составит 15.8%, что позволяет во многих случаях использовать такие данные, начиная с первого года инвентаризации, так как средние значения оцениваемых величин будут не смещенными. С использованием результатов каждого следующего года инвентаризации ошибка будет сокращаться.

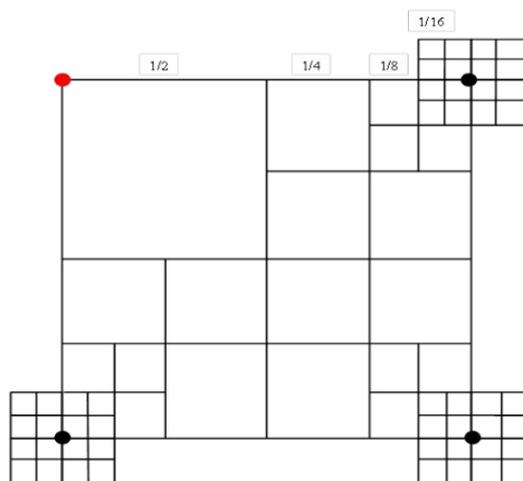
Годичные обследования имеют ряд важных преимуществ перед 10-летним периодическим. Они позволяют лучше отслеживать динамику происходящих изменений, в том числе циклическую динамику с циклами длительностью менее 10 лет, определять причины происходящих в лесном фонде изменений, вносить необходимые коррективы в методику и порядок проведения ГИЛ, улавливать и оценивать результаты широкомасштабных антропогенных и природных воздействий на леса, таких как пожары, ветровалы, наводнения и т.д.

Кластеры (пробные площади) делятся на постоянные и временные: постоянные кластеры обследуются в ряде циклов инвентаризации. Постоянные и временные кластеры совместно формируют регулярную (равномерную) сеть. Постоянные кластеры должны быть защищены от всех видов пользования вместе со своей буферной зоной для последующих циклов инвентаризации. Постоянные кластеры необходимы для оценки происходящих за межинвентаризационный период изменений.

Временные кластеры участвуют только в одном цикле инвентаризации и характеризуют текущее состояние лесного фонда и лесов, расположенных на землях иных категорий. Наличие временных кластеров пробных площадей позволяет избежать одного из основных недостатков регулярного размещения кластеров, который заключается в том, что если все они постоянные, то в иных местах пробные площади не будут заложены никогда, что является достаточно жестким ограничением.

Существует две возможности введения в регулярную сеть временных пробных площадей. Первая заключается в том, чтобы закладывать временные пробные площади целыми кластерами, временными кластерами. Второй путь предполагает закладку временных пробных площадей внутри кластеров в известной пропорции. Наиболее часто в мировой практике используется первый путь – закладка целых временных кластеров пробных площадей.

Соотношение временных и постоянных кластеров пробных площадей составляет обычно 3/1.



**Рисунок 1.** Определение мест размещения постоянных (красный цвет) и временных (черный цвет) кластеров пробных площадей на регулярной сети (дроби показывают долю расстояния между кластерами)

При наличии временных пробных площадей регулярная их сеть пространственно перемещается с каждым новым циклом ГИЛ. Перенос кластеров временных пробных площадей осуществляется также на основе регулярной сети, в которой должны быть предусмотрены и зарезервированы соответствующие места. Возможный вариант резервирования мест для временных кластеров пробных площадей приведен на рис. 1.

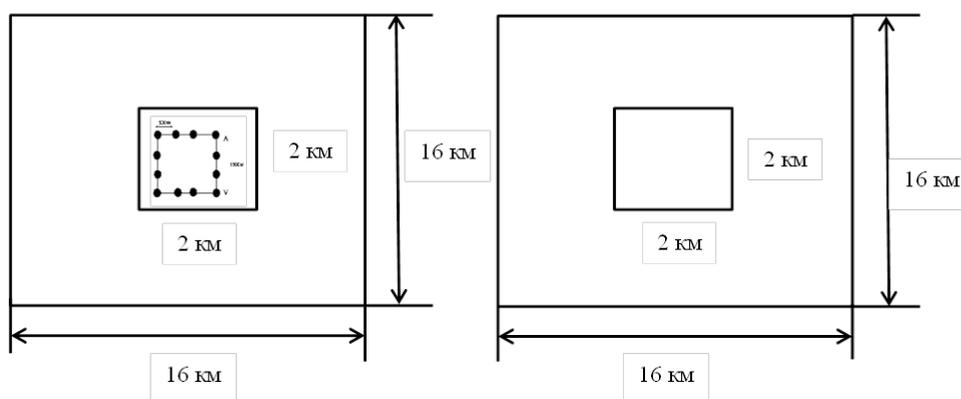
Для труднодоступных и резервных лесов предлагается использовать модификацию разработанной в 80-е годы прошлого века методики фото статистической инвентаризации резервных лесов с учетом современных достижений в области применения методов ДЗЗ в

лесном хозяйстве и различий между лесоустройством, для которого разрабатывался фото статистический метод и ГИЛ.

Для труднодоступных и резервных лесов стратификация территории осуществляется так же на основе ландшафтно-экологических признаков с выделением страт с постоянными во времени границами. Дополнительным элементом в этом случае является закладка фотопроб с помощью использования материалов ДЗЗ высокого разрешения. Фото пробные площади закладываются по регулярной сети, как и в общем случае.

Размер фотопробы предлагается установить 2х2 км, площадью 4 км<sup>2</sup>. При размещении по ячейкам 16х16 км, площадью 256 км<sup>2</sup> фотопробы покроют 1/64 или 1.56% изучаемой территории. Территория труднодоступных и резервных лесов в свою очередь очень неоднородна. Поэтому для исключительно удаленных территорий в северной и северо-восточной части страны возможно размещение фотопроб той же площади 4 км<sup>2</sup> в ячейках 32х32 км, площадью 1024 км<sup>2</sup>. В этом случае фотопробы покроют 1/256 часть изучаемой территории или 0.39%.

На площади фотопробы производится детальное контурное, аналитическое и измерительное дешифрирование с определением таксационных характеристик насаждений. Для части фотопроб с целью оценки качества дешифрирования закладываются наземные кластеры пробных площадей (рис.2).



**Рисунок 2.** Фотопробы с кластером полевых пробных площадей (слева) и без (справа). Пробные площади предназначены для оценки точности дешифрирования фотопроб

Наземные кластеры пробных площадей закладываются в наиболее типичных с ландшафтно-экологической точки зрения ячейках регулярной сети с фотопробами. Количество наземных кластеров пробных площадей можно рекомендовать в пределах 1-5% от числа фотопроб.

Если принять оценку площади труднодоступных и резервных лесов в 9.5 млн. км<sup>2</sup>, то при размещении по сети 16х16 км потребуется закладка и обработка 37109 шт. фотопроб, с закладкой от 317 до 1855 шт. наземных кластеров пробных площадей. При размещении по

сети 32x32 км число необходимых фотопроб составит 9277 шт. с закладкой от 93 до 464 шт. наземных кластеров пробных площадей.

При переносе количественной информации с детально дешифрованных и проверенных наземными исследованиями фотопроб на остальную территорию возможно применение двух методов. Первый упрощенный, но широко применяемый метод, основан на пересчете таксационных характеристик фотопроб на остальную территорию с помощью коэффициента покрытия фотопробами площади (1/64 или 1/256). Второй подход предполагает использование снимков среднего разрешения на всю территорию, нанесение на них мест расположения фотопроб и применение методов классификации, например, метода ближайшего соседа kNN.

Предлагаемый подход к порядку проведения ГИЛ на территории труднодоступных и резервных лесов, по своей методологии является полным аналогом порядка проведения ГИЛ на доступной территории. Различие заключается в массовом применении материалов ДЗЗ высокого разрешения для покрытия территории фотопробами. В этом смысле фотопробы здесь играют роль наземных пробных площадей. Такое методологическое единство при осуществлении инвентаризации как доступных, так и удаленных и резервных лесов является достоинством предлагаемого порядка организации и проведения ГИЛ.

2. Проведение полевых работ по обследованию пробных площадей. При проведении ГИЛ предлагается использовать в качестве основной круговую пробную площадь постоянного радиуса 12.62 м, площадью 500 м<sup>2</sup>, в центре которой расположена квадратная площадка 10x10 метров для учета подроста и подлеска. Предлагаемая структура пробной площади ГИЛ значительно проще используемой в настоящее время. Это предложение сделано специально для того, чтобы облегчить проведение полевых работ, обеспечить закладку большего числа пробных площадей в единицу времени и повысить, таким образом, эффективность осуществляемого проекта. Такой подход представляется обоснованным в связи с необходимостью обследовать очень большие территории с получением достоверных данных, для этого пробных площадей должно быть много, но они при этом с необходимостью должны быть простыми в закладке и измерениях.

3. Определение дополнительных показателей на пробных площадях. В целях экономии бюджетных средств и на основе имеющегося зарубежного опыта целесообразно совмещение регулярных сетей ГИЛ и мониторинга состояния лесов по программе ICP-Forests. Для этого на части пробных площадей ГИЛ будет необходимо оценить ряд дополнительных параметров, кроме того некоторые дополнительные параметры предлагается оценивать на постоянных пробных площадях, в отличие от временных с целью оценки происходящих в лесных экосистемах изменений, их направления и динамики.

На постоянных пробных площадях предлагается оценивать и проводить соответствующие измерения для двух групп дополнительных показателей, первая группа – показатели, характеризующие биологическое разнообразие лесных экосистем, вторая – характеризующие динамику прироста. Для изучения динамики прироста во времени с первого года инвентаризации на постоянных пробных площадях целесообразно отбирать керны древесины для последующего дендрохронологического анализа. В дальнейшем для решения этой задачи можно будет использовать метод сравнения во времени таксационных показателей.

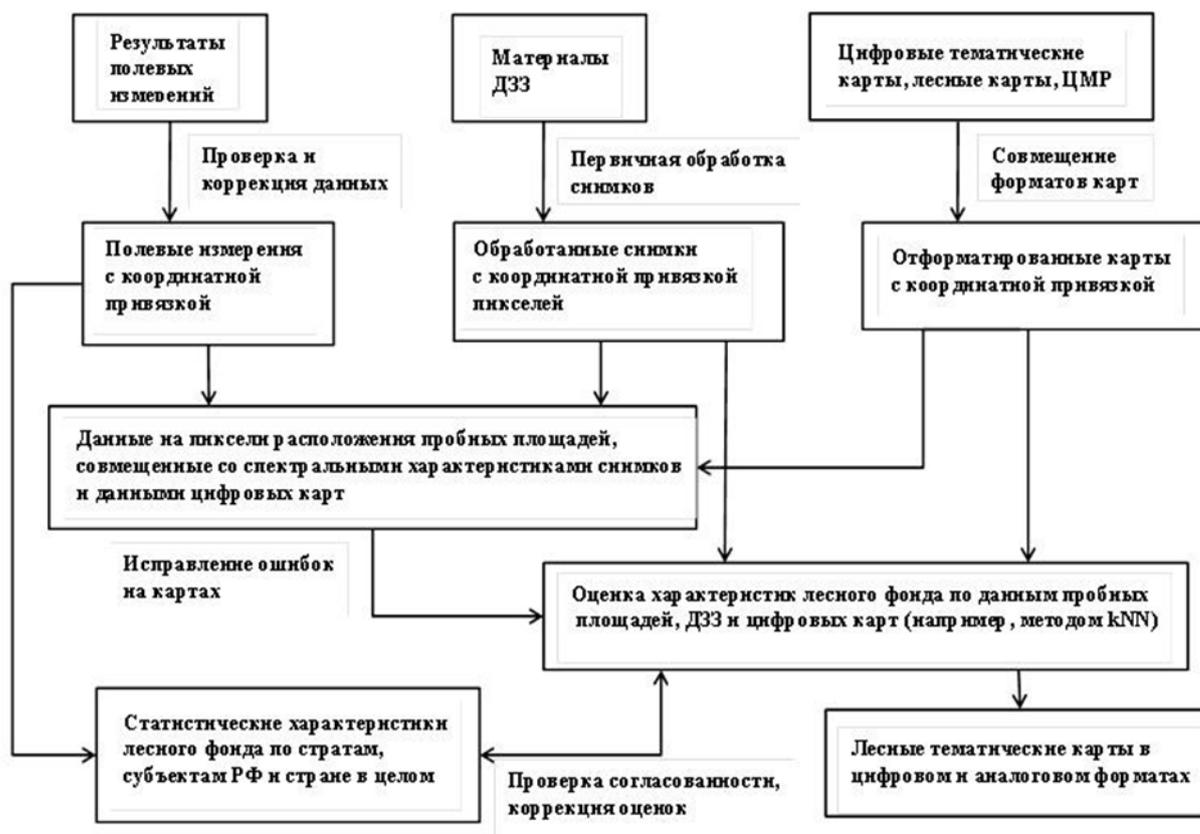
4. Анализ и обработка результатов полевых работ и материалов ДЗЗ. В большинстве лесных стран мира инвентаризация лесов в настоящее время проводится с использованием всей доступной информации из разных источников (multi-source inventory). Такими источниками дополнительной информации являются данные ДЗЗ разной степени разрешения, топографические, физико-географические и другие тематические карты, цифровые модели рельефа (ЦМР). Эти источники информации позволяют заранее определить границы населенных пунктов, промышленных зон, с/х угодий, дорог и иных элементов инфраструктуры, таких как линии электропередачи, нефте- и газопроводы, водных объектов всех типов. ЦМР позволяют классифицировать территорию по типу рельефа.

Основная проблема заключается в том, чтобы рационально и непротиворечиво синтезировать всю доступную информацию о лесном фонде.

Ключевым элементом такой интеграции являются геоинформационные технологии, которые позволяют осуществлять совмещение, координатную привязку, совместную обработку и визуализацию результатов обработки данных из разных источников. Особую важность при этом имеет точная и единообразная координатная привязка информации о лесах и других объектов на изучаемой территории, получаемых из разнообразных источников. В первую очередь особую важность имеет точная координатная привязка полевых пробных площадей.

Следующий важный аспект совместного анализа данных заключается в выборе такого пространственного разрешения материалов ДЗЗ и размера пикселя тематических цифровых карт, которое облегчило бы их анализ совместно с данными пробных площадей. Здесь решающее значение имеет размер полевой пробной площади, который задает размер пикселя на цифровой карте и цифровом снимке, для которого имеется достоверная количественная информация о лесном фонде. В нашем случае размер пробной площади 500 м<sup>2</sup>, что соответствует пространственному разрешению в 22.4 м. Таким образом, для совместной

обработки статистическими методами наилучшими являются материалы ДЗЗ среднего разрешения в 20-30 метров и соответствующие картографические материалы.



**Рисунок 3.** Принципиальная схема обработки информации ГИЛ из разных источников

Принципиальная схема совместной обработки информации ГИЛ из разных источников приведена на рисунке 3. В соответствии со схемой в качестве исходных данных для последующей обработки выступают результаты полевых измерений на пробных площадях системы ГИЛ, материалы ДЗЗ, тематические карты, включая лесные, ЦМР. В результате первого этапа обработки все данные, проверяются, корректируются, приводятся в совместимые форматы и привязываются к единой координатной сети. В результате на пиксели, в которых расположены пробные площади, имеется информация ДЗЗ об их спектральных характеристиках, тематическая информация цифровых карт и данные о рельефе. Так как пробные площади дают достоверную информацию об объекте, то на их основе осуществляется корректировка карт и устранение ошибок, если такие есть.

На следующем этапе осуществляется оценка характеристик лесного фонда на тех пикселях, где нет пробных площадей. Оценка осуществляется посредством сравнения спектральных характеристик и данных тематических карт пикселей с пробными площадями и без таковых. Для последних определяются наиболее близкие по совокупности признаков пиксели из числа первых и на них пересчитываются соответствующие характеристики. Одним из наиболее широко применяемых методов для таких оценок является метод kNN

(метод ближайшего соседа), но могут быть применены и другие, при соответствующем обосновании.

В результате формируются выходные данные системы ГИЛ состоящие из двух основных частей статистических характеристик лесного фонда по стратам, субъектам РФ и стране в целом и набора лесных тематических карт.

Эти результаты должны быть проверены на совместимость и непротиворечивость, а именно, средние статистические характеристики лесного фонда, определенные только на основе пробных площадей не должны расходиться с результатами оценок с применением материалов ДЗЗ и цифровых карт. Если такие различия есть, то результаты оценок, полученных с использованием данных ДЗЗ, карт и метода kNN пересчитываются.

5. Представление и визуализация результатов ГИЛ. Предлагается осуществлять представление результатов ГИЛ в разрезах территориальном (страна в целом, субъекты Российской Федерации, лесные районы, лесорастительные зоны и т.д.), временном (ежегодные и итоговые - один раз в 10 лет, отчеты), групп пользователей (органы государственного управления, научные и образовательные организации, общественные и неправительственные организации, СМИ), международном. Следует отметить, что представление результатов ГИЛ по более мелким территориальным единицам, таким, например, как лесничества может натолкнуться на ограниченность числа пробных площадей на малых территориях и требует специальных методов обработки данных и с привлечением материалов ДЗЗ высоко разрешения. Предлагается создать общедоступный портал системы ГИЛ в сети интернет по примеру ряда европейских стран.

## **ВЫВОДЫ**

Разработанные предложения в порядок организации и проведения ГИЛ позволяют свести к минимуму субъективный аспект выбора мест закладки пробных площадей и, таким образом, существенно увеличить достоверность получаемой информации о состоянии лесов, и одновременно сократить сроки ее получения. Предлагаемые изменения позволят получать информацию о состоянии лесов в ежегодном режиме. Важным аспектом вносимых предложений в порядок организации и проведения ГИЛ является обеспечение доступности получаемых результатов для органов управления лесами, научного, экспертного сообществ и широкого круга заинтересованных групп лиц, что позволит использовать получаемую в результате реализации проекта ГИЛ информацию в научной, образовательной деятельности и для целей устойчивого управления лесами.

ГИЛ при правильной ее организации и проведении представляет собой крупный научно-технический проект в масштабах всей страны. Его проведение предполагает высокую

степень координации исполнителей, в частности при ежегодных обследованиях всей национальной сети кластеров пробных площадей на 1/10 части их общего количества, требуется планирование и координация исполнителей полевых работ от Калининграда до Владивостока. Сложную научно-техническую задачу представляет собой и планирование национальной сети, затем анализ и обработка результатов полевых исследований, создание и ведение соответствующей ГИС-базы данных. Совокупность таких требований предполагает, с одной стороны, высокую степень централизации при планировании и организации работ, а с другой, необходимость привлечения к участию в проекте ученых и специалистов с территории всей страны.

### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

*Алексеев А.С.* Теоретические основы организации и проведения государственной (национальной) инвентаризации лесов // Труды Санкт-Петербургского научно-исследовательского института лесного хозяйства. 2010. Выпуск 1 (21). 2010. С. 163-184.

*Алексеев А.С.* Опыт статистической инвентаризации лесов России и современные проблемы формирования системы национальной инвентаризации лесов // Государственный лесной реестр, государственная инвентаризация лесов и лесоустройство. Материалы 3-й Международной научно-практической конференции. М.: ФГУП «Рослесинфорг», 2013. С. 92-96.

*Богословский С.А., Зиновьев В.П.* Статистический метод учета лесных ресурсов. М.-Л., 1932. 120 с.

*Глазов Н.М.* Статистический метод в таксации и лесоустройстве. М.: Лесная промышленность, 1976. 144 с.

*Демьянов В.В., Савельева В.А.* Геостатистика: теория и практика. М.: Наука, 2010. 327 с.

*Зиновьев В.П.* Статистический метод учета лесных ресурсов // "Лесной специалист". 1930. № 12. С. 23-30.

*Креснов В.В., Страхов В.В., Филипчук А.Н.* Национальные инвентаризации лесов в зарубежных странах // Лесохозяйственная информация. 2008. № 10-11. С. 53-88.

*Моисеев Б.Н., Филипчук А.Н.* Проблема репрезентативности стратифицированной выборки на примере отчета по ГИЛ Калужской области // Лесохозяйственная информация. 2014. № 4. С. 34-38.

*Орлов М.М.* Очередные вопросы нашего лесоустройства // «Лесное хозяйство и лесная промышленность». 1929а. № 4. С. 7-14.

*Орлов М.М.* Технические лесные реформы (Дискуссионная статья) // «Лесное хозяйство и лесная промышленность». 1929б, № 8-9. С. 7 -14.

*Синкевич А.Е.* О способах определения количественных и качественных характеристик лесов в методологии государственной инвентаризации лесов // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2011. Вып. 195. С. 13-21.

*Федосимов А.Н.* Инвентаризация леса выборочными методами. М.: Лесная промышленность, 1986. 192 с.

*Федосимов А.Н., Анисочкин В.Г.* Выборочная таксация леса. М.: Лесная промышленность, 1979. 172 с.

*Cochran W.* Sampling techniques. Third edition. New York, Chichester, Brisbane, Toronto, Singapore: John Wiley & Sons, 1977. 442 p.

*Bechtold W.A., Patterson P.L.* The enhanced forest inventory and analysis program – national sampling design and estimation procedure. General Technical Report SRS-80, Ashville, NC, US DA Forest Service, Southern Research Station, 2005. 85 p.

*Gabler K., Schadauer K.* Methods of the Austrian forest inventory 2000/02 // Origins, approaches, design, sampling, data models, evaluation and calculation of standard error. BFW-Berichte. 2008. Vol. 142. p. 121.

*Holmgren P., Persson R.* Evolution and prospects of global forest assessments // Unasylva. 2003. Vol 53. P. 3-9.

*Köhl M., Magnussen S., Marchetti M.* Sampling methods, Remote sensing and GIS multiresource forest inventory. Berlin, Heidelberg: Springer Science & Business Media, 2006. 376 p.

*Kuliesis A., Kasperavicius A., Kulbokas G., Kvalkauskiene M., Ministerija A.* Lithuanian National Forest Inventory 1998-2002: sampling design, methods, results. Kaunas, 2003. 254 p.

*Lorenz M., Varjo J., Bahamondez C.* Forest assessment for changing information needs. In: Forests in the global balance – changing paradigms. IUFRO World Series, 2005. Vol. 17. P. 139-150.

*Matern B., Ranney B.* Variational structure in forests. Implications for sampling. Forest inventory for improved management. Proceedings of the IUFRO Subject Group 4.02. Meeting in Finland, September 5-9, 1983. Helsinki, 1983. P.1-10.

*McRoberts R.E., Bechtold W.A., Patterson P.L., Scott C.T. Reams G.A.* The enhanced forest inventory and analysis program of the USDA Forest service: historical perspective and announcement of statistical documentation. Journal of Forestry. 2005. P. 304-308.

*National Forest Monitoring and Assessment.* FAO Department of forest management. Document NFMA 37/R. Rome, 2010. 220 p.

*Ranneby B., Cruse T., Hagglund B., Jonasson H., Sward J.* Designing a new national forest survey for Sweden // *Studia Forestalia Suecica*. 1987, No 177. 29 p.

*Survey instruction for the second national forest inventory (2001-2002)*. Federal Ministry of Food, Agriculture and Consumer protection. Bonn. Germany, 2006. 110 p.

*Taylor P.J.* Quantitative methods in geography. An introduction to spatial analysis. 4-th edition. Boston: Waveland Press Inc., 1983. 386 p.

*Tomppo E., Gschwantner Th., Lawrence M., McRoberts R.E., Gabler K. ... & Cienciala E.* National Forest Inventories // Pathways for Common Reporting. European Science Foundation. 2010a. Vol. 26. P. 541-553.

*Tomppo E., Haakana M., Katila M., Peräsaar J.* Multi-Source National Forest Inventory: Methods and Applications. Springer Science & Business Media, 2008. 382 p.

*Tomppo E., Heikkinen J., Henttonen H.M., Ihalainen A., Katila M., Mäkelä H., Tuomainen T., Vainikainen N.* Designing and conducting a forest inventory - case: 9th National Forest Inventory of Finland. Vol. 22. Springer Science & Business Media, 2011. 270 p.

*Tomppo E., Malimbwi R., Katila M., Mäkisara K., Henttonen H.M., Chamuya N., Zahabu E., Otieno J.* A sampling design for a large area forest inventory: case Tanzania // *Canadian Journal of Forest Research*. 2014. Vol. 44. pp. 931-948.

*Tomppo E., Korhonen K.T., Heikkinen J., Yli-Kojola H.* Multi-Source Inventory of the Forests of Hebei Forestry Bureau, Heilongjiang, China // *Silva Fennica*. 2001. Vol. 35 (3). pp. 309-328.

*Tomppo E., Schadauer K., McRoberts R.E., Gschwantner Th., Gabler K. & Ståhl G.* Introduction. In: Tomppo, E., Gschwantner, Th., Lawrence, M. & McRoberts, R.E. (eds.). National Forest Inventories - Pathways for common reporting. Springer, 2010b, pp. 1-18.

*Kangas A., Maltamo M.* Forest Inventory: Methodology and Applications. Springer Science & Business Media, 2006. 377 p.

*Zon R.* The forest resources of the world. United States Department of Agriculture // *Forest Service Bulletin*. 1910. No. 83. 91 p.

## REFERENCES

Alekseev A.S., Opyt statisticheskoy inventarizacii lesov Rossii i sovremennye problemy formirovaniya sistemy nacional'noj inventarizacii lesov (The experience of forest statistical inventory in Russia and modern problems of national forest inventory system development), *State Forest Reestr, State Forest Inventory and Forest management*. Materialy 3-j Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii. Moskow, FGUP «Roslesinforg», 2013, pp. 92-96.

Alekseev A.S., Teoreticheskie osnovy organizacii i provedeniya gosudarstvennoj (nacional'noj) inventarizacii lesov (Theoretical basis for organization and implementation of state

(national) forest inventory), *Trudy Sankt-Peterburgskogo nauchno- issledovatel'skogo instituta lesnogo hozjajstva*. Vypusk 1 (21), Sankt-Peterburg, 2010, pp. 163-184.

Bechtold W.A., Patterson P.L., The enhanced forest inventory and analysis program – national sampling design and estimation procedure. *General Technical Report SRS-80*, Asheville, NC, USDA Forest Service, Southern Research Station, 2005, 85 p.

Bogoslovskij S.A., Zinov'ev V.P., *Statisticheskij metod ucheta lesnyh resursov* (Statistical method of forest resources inventory), Moscow, Leningrad, 1932, 120 p.

Cochran W., *Sampling techniques*. Third edition. John Wiley & Sons. New York, Chichester, Brisbane, Toronto, Singapore, 1977, 442 p.

Dem'janov V.V., Savel'eva V.A., *Geostatistika: teorija i praktika* (Geostatistics: theory and practice), Moscow: Nauka, 2010, 327 p.

Fedosimov A.N., Anisochkin V.G., *Vyborochnaja taksacija lesa* (Forest taxation by sampling method), Moscow: Lesnaja promyshlennost', 1979, 172 p.

Fedosimov A.N., *Inventarizacija lesa vyborochnymi metodami* (Forest inventory by sampling methods), Moscow: Lesnaja promyshlennost', 1986. 192 p.

Gabler K., Schadauer K., *Methods of the Austrian forest inventory 2000/02, Origins, approaches, design, sampling, data models, evaluation and calculation of standard error*, BFW-Berichte, 2008, Vol. 142, 121 p.

Glazov N.M., *Statisticheskij metod v taksacii i lesoustrojstve* (Statistical method in forest taxation and inventory), Moscow: Lesnaja promyshlennost', 1976, 144 p.

Holmgren P., Persson R., *Evolution and prospects of global forest assessments*, *Unasylva*, 2002, Vol 53, pp. 3-9.

Kangas A., Maltamo M., *Forest Inventory: Methodology and Applications*, Springer Science & Business Media, 2006, 377 p.

Köhl M., Magnussen S., Marchetti M., *Sampling methods, Remote sensing and GIS multiresource forest inventory*. Berlin, Heidelberg: Springer Science & Business Media, 2006, 376 p.

Kresnov V.V., Strahov V.V., Filipchuk A.N., *Nacional'nye inventarizacii lesov v zarubezhnyh stranah* (National forest inventories in foreign countries), *Lesohozjajstvennaja informacija*, 2008, No 10-11, pp. 53-88.

Kuliesis A., Kasperavicius A., Kulbokas G., Kvalkauskiene M., Ministerija A., *Lithuanian National Forest Inventory 1998-2002: sampling design, methods, results*, Kaunas, 2003, 254 p.

Lorenz M., Varjo J., Bahamondez C., *Forest assessment for changing information needs*. In: *Forests in the global balance – changing paradigms*. IUFRO World Series, Volume 17, 2005, pp. 139-150.

Matern B., Ranney B., Variational structure in forests, Implications for sampling, *Forest inventory for improved management*, Proceedings of the IUFRO Subject Group 4.02, Meeting in Finland, September 5-9, 1983, Helsinki, 1983, pp. 1-10.

McRoberts R.E., Bechtold W.A., Patterson P.L., Scott C.T. Reams G.A., The enhanced forest inventory and analysis program of the USDA Forest service: historical perspective and announcement of statistical documentation, *Journal of Forestry*, 2005, pp. 304-308.

Moiseev B.N., Filipchuk A.N., Problema reprezentativnosti stratificirovannoj vyborki na primere otcheta po GIL Kaluzhskoj oblasti (The problem of the stratified sample representativeness on the example of Kaluga region report), *Lesohozjajstvennaja informacija*, 2014, No 4, pp. 34-38.

National Forest Monitoring and Assessment. FAO Department of forest management. Document NFMA 37/R. Rome. 2010. 220 p.

Orlov M.M., Ocherednye voprosy nashego lesoustrojstva (The modern problems of our forest management), *Lesnoe hozjajstvo i lesnaja promyshlennost*, 1929a, No 4, pp. 7-14.

Orlov M.M., Tehnicheskie lesnye reformy: diskussionnaja stat'ja (Technical reforms in forestry: discussion paper), *Lesnoe hozjajstvo i lesnaja promyshlennost'*, 1929b, No 8-9, pp.7-14.

Ranneby B., Cruse T., Hagglund B., Jonasson H., Sward J., Designing a new national forest survey for Sweden, *Studia Forestalia Suecica*, 1987, No. 177, 29 p.

Sinkevich A.E., O sposobah opredelenija kolichestvennyh i kachestvennyh harakteristik lesov v metodologii gosudarstvennoj inventarizacii lesov (About methods of forest quantitative and qualitative parameters estimation using state forest inventory methodology), *Izvestija Sankt-Peterburgskoj lesotekhnicheskoy akademii*, 2011, No 195, pp. 13-21.

*Survey instruction for the second national forest inventory (2001-2002)*, Federal Ministry of Food, Agriculture and Consumer protection, Bonn, Germany, 2006, 110 p.

Taylor P.J., Quantitative methods in geography, *An introduction to spatial analysis*, Boston: Waveland Press, 1983, 386 p.

Tomppo E., Gschwantner Th., Lawrence M., McRoberts R.E., Gabler K. ... & Cienciala E., National Forest Inventories, *Pathways for Common Reporting. European Science Foundation*, 2010a, Vol. 26, pp. 541-553.

Tomppo E., Haakana M., Katila M., Peräsaar J., *Multi-Source National Forest Inventory: Methods and Applications*, Springer Science & Business Media, 2008, 382 p.

Tomppo E., Heikkinen J., Henttonen H.M., Ihalainen A., Katila M., Mäkelä H., Tuomainen, T., Vainikainen N., Designing and conducting a forest inventory – case: *9th National Forest Inventory of Finland*, Vol. 22, Springer Science & Business Media, 2011, 270 p.

Tomppo E., Korhonen K.T., Heikkinen J., Yli-Kojola H., Multi-Source Inventory of the Forests of Hebei Forestry Bureau, Heilongjiang, China, *Silva Fennica*, 2001, Vol. 35 (3), pp. 309-328.

Tomppo E., Malimbwi R., Katila M., Mäkisara K., Henttonen H.M., Chamuya N., Zahabu E., Otieno J. A., sampling design for a large area forest inventory: case Tanzania. *Canadian Journal of Forest Research*, 2014, Vol. 44, pp. 931-948.

Tomppo E., Schadauer K., McRoberts R.E., Gschwantner Th., Gabler K., Ståhl G., Introduction. In: Tomppo E., Gschwantner Th., Lawrence M., McRoberts R.E. (eds.), *National Forest Inventories - Pathways for common reporting*, Springer, 2010b, pp. 1-18.

Zinov'ev V.P., Statisticheskij metod ucheta lesnyh resursov (Statistical method of forest resources inventory), *Lesnoj specialist*, 1930, No 12, pp. 23-30.

Zon R., The forest resources of the world. United States Department of Agriculture, *Forest Service Bulletin*, 1910, No. 83, 91 p.

## MAIN PRINCIPLES FOR STATE FOREST INVENTORY

### ORGANIZATION AND IMPLEMENTATION

**A.S. Alekseev**

*Saint Petersburg State Forest Technical University*

*Institutskiy pereulok 5, St. Petersburg, 194021, Russia*

E-mail: [a\\_s\\_alekseev@mail.ru](mailto:a_s_alekseev@mail.ru)

Received 27 November 2018

First national forest inventories was done in 20-30th of last century in Scandinavian countries Norway (1919-1930), Sweden (1923-1929) and Finland (1921-1929). In Russia forest inventory by sampling method for the first time was done at the same time but on regional level only. Almost 100 years experience in conducting of national forest inventories in main forestry developed countries as well as domestic experience and last data from state forest inventory which starts at 2007 offer a possibility to develop commonly recognized principles of it rational organization and practical implementation.

**Key words:** *national forest inventory, sample plot, stratification, regular grid of sample plots, cluster of sample plots, remote sensing, forest region, forest zones*

Рецензент: к. с.-х. н., ведущий научный сотрудник, Гагарин Ю.Н.