

DOI 10.24419/LHI.2304-3083.2020.3.06
УДК 630.5

Анализ результатов первого цикла государственной инвентаризации лесов и предложения по совершенствованию методики ее проведения во втором цикле

А.М. Бердов

*Рослесинфорг, начальник отдела, кандидат биологических наук,
Москва, Российская Федерация, berdov.am@roslesinforg.ru*

С.В. Федоров

*Рослесинфорг, начальник Управления,
Москва, Российская Федерация, fedorov.sv@roslesinforg.ru*

А.А. Приставко

*Рослесинфорг, заместитель начальника Управления,
Москва, Российская Федерация, pristavko.aa@roslesinforg.ru*

В.Н. Манович

*Рослесинфорг, главный специалист, кандидат технических наук,
Москва, Российская Федерация, manovich.vn@roslesinforg.ru*

Е.Г. Малахова

*Рослесинфорг, заместитель начальника отдела, кандидат сельскохозяйственных наук,
Москва, Российская Федерация, malahova.eg@roslesinforg.ru*

Проанализированы результаты первого цикла государственной инвентаризации лесов (ГИЛ). Обоснована необходимость совершенствования действующей методики проведения ГИЛ. На основе выполненных исследований сформулированы предложения по совершенствованию методики работ второго и последующего циклов ГИЛ. Предложения включают переход на регулярную сеть размещения постоянных пробных площадей на основе нового районирования территории России, отказ от использования данных лесоустройства, применение данных дистанционного зондирования Земли.

Ключевые слова: *лесное хозяйство, государственная инвентаризация лесов, лесочетные работы, постоянные пробные площади, дистанционное зондирование Земли.*

Для ссылок: DOI 10.24419/LHI.2304-3083.2020.3.06.

Анализ результатов первого цикла государственной инвентаризации лесов и предложения по совершенствованию методики ее проведения во втором цикле / А.М. Бердов, С.В. Федоров, А.А. Приставко, В.Н. Манович, Е.Г. Малахова. – DOI 10.24419/LHI.2304-3083.2020.3.06. – Текст: электронный // Лесохозяйственная информация : электронный сетевой журнал. – 2020. – № 3. – С. 67–80. URL: <http://lhi.vniilm.ru/>

Введение

Государственная инвентаризация лесов (ГИЛ) проводится в соответствии со статьей 90 Лесного кодекса Российской Федерации, Порядком проведения государственной инвентаризации лесов (утверждён приказом Минприроды России от 14.11.2016 № 592) и Методическими рекомендациями по проведению государственной инвентаризации лесов (приказ Рослесхоза от 10.11.2011 № 472 в ред. от 15.03.2018). Основная задача ГИЛ – определение состояния лесов, их количественных и качественных характеристик на основе выборочного статистического метода учета.

Работы по определению количественных и качественных характеристик лесов осуществляются с 2007 г. За 2007–2019 гг. их площадь составила 899,3 млн га (76 % площади лесов), заложено 66,7 тыс. постоянных пробных площадей (ППП) (из 69,1 тыс., или 96,6 % расчетного количества). На территории 74 субъектов Российской Федерации (при общем количестве 85) и 28 лесных районов (при общем количестве 42) завершено формирование сети ППП.

Работы по формированию сети ППП первого цикла будут завершены в 2020 г. По их результатам планируется подготовить аналитический обзор о состоянии лесов Российской Федерации, их количественных и качественных характеристиках. С 2021 г., в соответствии с государственной программой Российской Федерации «Развитие лесного хозяйства» (в ред. Правительства РФ от 28.03.2019 № 350), должен начаться второй цикл ГИЛ Российской Федерации.

Цель исследования – анализ существующей методологии проведения ГИЛ; совершенствование методических подходов ГИЛ для работ во втором цикле на основе анализа отечественного и зарубежного опыта инвентаризации лесов.

Материалы и методы исследования

В рамках исследований изучен и обобщен опыт проведения национальных инвентаризаций лесов в США, Канаде и странах Западной Европы.

Выполнен сравнительный анализ методов инвентаризации лесов в России и зарубежных странах. Проанализированы итоги ГИЛ первого цикла: рассмотрены вопросы влияния на полученные результаты районирования и схем стратификации лесов, организации случайной выборки, заданного целевого значения точности определения запаса древесины. В исследовании использованы данные, полученные в ходе первого цикла ГИЛ. Статистический анализ результатов и все расчёты реализованы с помощью программно-измерительного комплекса ГИЛ (ПИК ГИЛ). Пространственный анализ размещения ППП второго цикла по территории России выполнен с использованием ГИС программ (QuantumGIS, ПИК ГИЛ).

Как показывает зарубежный опыт, в большинстве стран Западной Европы, США и Канады национальные инвентаризации лесов (НИЛ) проводят в целях стратегического планирования в среднесрочной и долгосрочной перспективе в масштабах страны или отдельных административных районов [1]. Данные НИЛ позволяют определить основные характеристики лесных экосистем: площадь лесов, запас древесины, прирост, объем надземной биомассы. В основе методов учета лесных ресурсов – выборочные натурные обследования лесов и последующая обработка статистическими математическими методами.

В разных странах подходы к закладке ППП отличаются. Так, в Австрии НИЛ проводят один раз в 10–20 лет на основе систематического выборочного обследования лесов. Круговые пробные площади закладывают кластерным способом в углах квадрата со стороной 200 м [2]. В Германии период проведения повторных циклов инвентаризации составляет 10 лет. Для актуализации лесохозяйственной деятельности применяют аэрофотоснимки и спутниковые снимки. Круговые пробные площади закладывают кластерами в углах квадратов со стороной 150 м в координатной сетке 4×4 км [3]. Кроме задач стратегического управления лесами, данные ГИЛ используют для планирования деятельности организаций лесного сектора [4].

НИЛ Швейцарии также осуществляют выборочным методом с использованием сети постоянных пробных площадей. Цикл инвентаризации составляет 5 лет [5]. При проведении НИЛ в Финляндии применяют двухфазную послонную выборку. При этом закладывают временные и постоянные кластеры [6]. В Швеции кластеры с пробными площадями располагают в углах сетки со стороной 20 км. Количество проб во временном кластере составляет 8–12 шт., в постоянном – 4–8 шт. Результаты НИЛ используют в средне- и долгосрочном моделировании.

Таким образом, отличительной особенностью проведения НИЛ в странах Западной Европы является применение регулярной сети размещения постоянных и временных пробных площадей, кластерный способ их закладки, выборочные методы статистической обработки данных.

Несколько иная ситуация в Канаде. Обширная площадь лесов и федеративное устройство страны обусловили комбинированный подход к обработке данных инвентаризации лесов, базирующихся на данных лесоустройства [7], с использованием случайной стратифицированной выборки. Описание лесов проводят по выделяемым экологическим зонам [8], используя данные дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) для определения площади, занятой лесной растительностью, и других показателей с закладкой фотопроб в сетке квадратов 20×20 км [9]. Особенно активно применяют спутниковые снимки для труднодоступных территорий на севере страны. В 2002 г. произошла смена технологии проведения НИЛ, которая предусматривает повторные измерения на постоянных пробных площадях. Таксация осуществляется как на пробных площадях, так и на фотопробах.

В США для проведения НИЛ применяют сеть с ячейками в форме гексагона, размером 5×5 км. Повторные измерения на пробных площадях на востоке страны осуществляют каждые 9–12 лет, на западе – каждые 20 лет [10]. Используют комплексную систему выборочных наблюдений, основанную на сочетании наземных наблюдений и обработки данных ДЗЗ. На первом этапе

территорию разделяют на лесные и нелесные земли по спутниковым снимкам. На втором этапе собирают лесоустроительную информацию для участков, попадающих в выборку. На третьем этапе на части пробных площадей проводят наземные измерения, а также отбирают образцы растительности, почв и пр. Ежегодно обследуют 20 % пробных площадей, которые имеют круговую форму [11]. Кроме того, применяют данные аэрофотосъемки с закладкой фотопроб [12].

В целом НИЛ в зарубежных странах базируются на выборочных методах учета лесов в сочетании с данными наземных измерений и обследований, а также результатами обработки данных ДЗЗ. Во всех странах применяют систематические методы отбора в сочетании с выделением однородных страт (зон). Чаще всего (за исключением США) используют квадратную сеть размещения пробных площадей [13]. В большинстве стран закладывают круговые пробные площади размером от 200 до 500 м², объединенные в кластеры (тракты), расстояние между которыми – от 250 до 1 200 м. Период инвентаризации – от 5 до 10 лет [22]. Расчетная погрешность определения запаса древесины колеблется от ±2 % в США до ±5 % в Канаде и большинстве стран Западной Европы при вероятности 0,67. Необходимо отметить, что фактическая погрешность в ряде стран (Скандинавские страны) значительно ниже, чем расчетная. В последней НИЛ Финляндии, например, погрешность определения общего запаса древесины составила менее ±1 %.

Результаты исследования и обсуждение

Анализ результатов работ по ГИЛ первого цикла выявил следующие недостатки методического характера.

- *Размещение ППП по территории Российской Федерации методом случайной стратифицированной выборки.*

В действующей методике проведения ГИЛ предусматривается размещение ППП по территории Российской Федерации случайным

образом в пределах лесных районов в соответствующих стратах согласно расчетному количеству. За время проведения работ первого цикла (13 лет) неоднократно изменялись: количество лесных районов (5 раз), схемы стратификации лесов (3 раза), а также границы ежегодных объектов работ (лесничеств) и их площади.

При этом каждое изменение требовало от исполнителей выполнить пересчет необходимого количества ППП и скорректировать их размещение по территории объекта работ. Это стало основной причиной неравномерного распределения ППП по территории Российской Федерации.

Так, в Республике Татарстан (Лесостепной район европейской части Российской Федерации) в 2009 г. одна ППП приходилась на 7,7 тыс. га, а например, в 2010 г. – на 3,3 тыс. га. Аналогичная картина наблюдалась и в Костромской обл. (рис. 1).

• *Использование материалов лесостроительства в качестве основы для проведения первого цикла ГИЛ.*

При ГИЛ первого цикла применяется типичная стратифицированная выборка. Действующая схема стратификации лесов представлена 49-ю стратами [14], выделение которых основано на таксационных показателях, изменяющихся со временем (преобладающая порода, класс

возраста, класс бонитета). При сохранении такого принципа выделения страт во втором и последующих циклах ГИЛ отнесение лесотаксационных выделов к стратам будет варьировать в соответствии с изменением возраста, а также преобладающей породы. Достичь целевые значения точности определения общего запаса насаждений можно только при одинаковом распределении ППП по стратам в первом и последующих циклах ГИЛ [15].

Достоверность выделения страт во многом определяется качеством и давностью материалов последнего лесостроительства, которая для большей части Российской Федерации (61,7 % площади) составляет более 20 лет (табл. 1). Наибольшую давность имеют материалы лесостроительства Сибирского и Дальневосточного федеральных округов (71,8 и 75,5 % площади соответственно).

В связи со значительной давностью материалов лесостроительства, даже с учетом актуализации на ход роста и воздействие антропогенных и природных факторов [14], информация об отнесении лесотаксационных выделов к лесным стратам будет иметь значительные несоответствия. В среднем доля несовпадения плановой (определенной камерально, по результатам актуализации материалов лесостроительства) и фактической (определенной по результатам натурного осмотра выдела) страт в ежегодных объектах работ ГИЛ составляет 16–25 %.

• *Установление целевой погрешности общего запаса насаждений по лесным районам.*

В действующей методике ГИЛ целевая погрешность определения общего запаса насаждений по лесным районам – от ± 1 до ± 10 % при вероятности 0,95 [14]. Следует отметить, что столь высокая точность определения запаса не предусмотрена ни в одной стране. Количество лесных районов устанавливается приказами Минприроды России. За период выполнения первого цикла работ по ГИЛ количество лесных районов менялось 5 раз и увеличилось с 31 [16] до 42 [17]. Установление общего запаса насаждений в рамках ГИЛ, помимо экологической функции, определяет важные экономико-стратегические задачи, стоящие перед лесным комплексом



Рис. 1. Среднее значение плотности закладки ППП по годам выполнения работ на примере Республики Татарстан и Костромской обл., тыс.га/ППП

ТАБЛИЦА 1. ИНФОРМАЦИЯ О ДАВНОСТИ МАТЕРИАЛОВ ЛЕСОУСТРОЙСТВА (ПО СОСТОЯНИЮ НА 01.01.2020 Г.)

ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ОКРУГ	Доля площади лесов, % общей площади, с давностью проведения лесоустройства, лет			
	до 10	11–15	16–20	БОЛЕЕ 20
Центральный	71,0	13,2	8,2	7,6
Северо-Западный	28,8	13,5	14,5	43,2
Южный	36,3	11,0	16,5	36,2
Северо-Кавказский	21,3	34,9	5,8	38,0
Приволжский	48,6	11,1	15,1	25,2
Уральский	63,6	8,5	17,8	10,1
Сибирский	6,7	9,1	12,4	71,8
Дальневосточный	3,4	14,7	6,4	75,5
В целом по Российской Федерации	15,6	12,4	10,3	61,7

страны. В данном случае определение целевой погрешности такого показателя, как общий запас древесины для лесного района Российской Федерации, малоэффективно, так как подобная информация представляет интерес преимущественно с научной точки зрения. Решение экономико-стратегических задач начинается на уровне субъекта Российской Федерации.

Таким образом, методические недостатки выполнения работ в первом цикле ГИЛ заключаются в следующем:

- ✓ размещение ППП по территории Российской Федерации методом случайной стратифицированной выборки;
- ✓ использование устаревших материалов лесоустройства;
- ✓ установление чрезмерно высоких показателей точности определения общего запаса древесины по стране.

Для совершенствования методических подходов при подготовке к выполнению второго цикла ГИЛ предлагаем следующее.

1. Использование регулярной сети ППП

Регулярное размещение ППП обеспечит выравнивание плотности сети ППП, отказ от предварительной стратификации при проектировании выборки, а также от использования материалов лесоустройства в качестве основы для выполнения работ. Переход на регулярную сеть размещения ППП позволит упорядочить

изучаемую территорию и облегчить планирование и проведение ГИЛ [18].

Несмотря на то что при проведении национальных инвентаризаций лесов в зарубежных странах чаще всего используется сеть из квадратов, в Российской Федерации в связи с ее географической протяженностью для целей ГИЛ наиболее подходит шестиугольная (далее – гексагональная) сеть. Такая сеть имеет меньше искажений, обусловленных кривизной земной поверхности, чем квадратная [19]. Помимо этого, применение гексагональной сети позволит:

- ✓ уменьшить смещение выборки из-за краевых эффектов, вызванных геометрией сети, что связано с низким значением соотношения периметра к площади шестиугольника;
- ✓ более равномерно размещать ППП, так как чем ближе форма полигона к окружности, тем ближе к центру оказываются точки у границ (особенно рядом с вершинами).

Гексагональная сеть может быть вписана в более крупную гексагональную сеть с величиной ребра, кратной 2, что позволит создать взаимовязанную сеть различного уровня (рис. 2).

Для сохранения преемственности и максимального использования сети ППП первого цикла ГИЛ предлагается совместить сеть из гексагонов с существующей сетью ППП с применением следующего алгоритма:

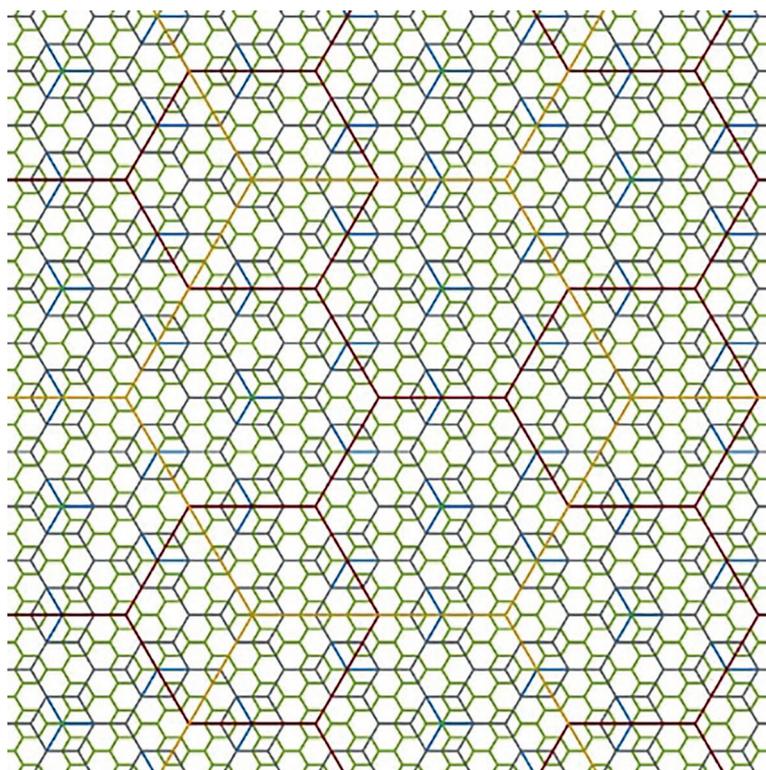


Рис. 2. Совмещение гексагональных сетей разного масштаба

- ✓ при наличии в гексагоне 2-х и более ППП первого цикла случайным образом выбирать для повторных наблюдений одну ППП;
- ✓ при наличии в гексагоне одной ППП использовать ее для повторных наблюдений;
- ✓ при отсутствии ППП в гексагоне, но наличии в нем лесной площади случайным образом размещать одну ППП.

Помимо этого, для получения во втором цикле работ информации о текущем приросте с 10 %-й погрешностью определения показателя (по субъектам Российской Федерации) на 95 %-м уровне доверительной вероятности необходимо осуществить повторные измерения на 80 % ППП, заложенных в первом цикле.

2. Зонирование территории Российской Федерации по целевой погрешности определения общего запаса насаждений (по целевым значениям точности определения общего запаса насаждений)

В качестве альтернативы установлению целевой погрешности (целевых значений точности

определения общего запаса насаждений) определения общего запаса насаждений по лесным районам предлагается зонирование территории Российской Федерации по целевой погрешности определения общего запаса насаждений (по целевым значениям точности определения общего запаса насаждений) по субъектам Российской Федерации или части субъектов Российской Федерации в случае, если они имеют значительную площадь и протяженность (Красноярский край, Иркутская обл. и др.).

Цель зонирования – установление целевых интервалов погрешности определения общего запаса насаждений в пределах выделенных зон. Предлагаем выделить 3 зоны. Схема предлагаемого зонирования представлена на рис. 3, а информация о площадных характеристиках выделенных зон – в табл. 2.

В качестве критериев зонирования использованы следующие показатели:

- ✓ полнота выполнения мероприятий по охране, защите, воспроизводству лесов, %;
- ✓ использование расчетной лесосеки, %;
- ✓ доля арендованных территорий от площади лесничества, %;
- ✓ протяженность дорог на 1 000 га площади лесов, км.

На доступной территории Российской Федерации (в зонах 1 и 2) закладку ППП предлагается проводить с периодичностью один раз в 10 лет, а планирование осуществлять таким образом, чтобы период работы на территории субъекта Российской Федерации не превышал 5-ти лет.

В зоне 3 повторные наземные наблюдения предлагается осуществлять с периодичностью один раз в 30–40 лет, а работы выполнять с преимущественным использованием дистанционных методов исследования лесов, что обусловлено значительной однородностью лесных насаждений и невысокой скоростью смены сообществ, низкой интенсивностью ведения лесного хозяйства в лесничествах данной зоны.

3. Увеличение объема использования материалов дистанционного зондирования Земли

При проведении второго цикла ГИЛ предлагаем увеличить объем использования данных

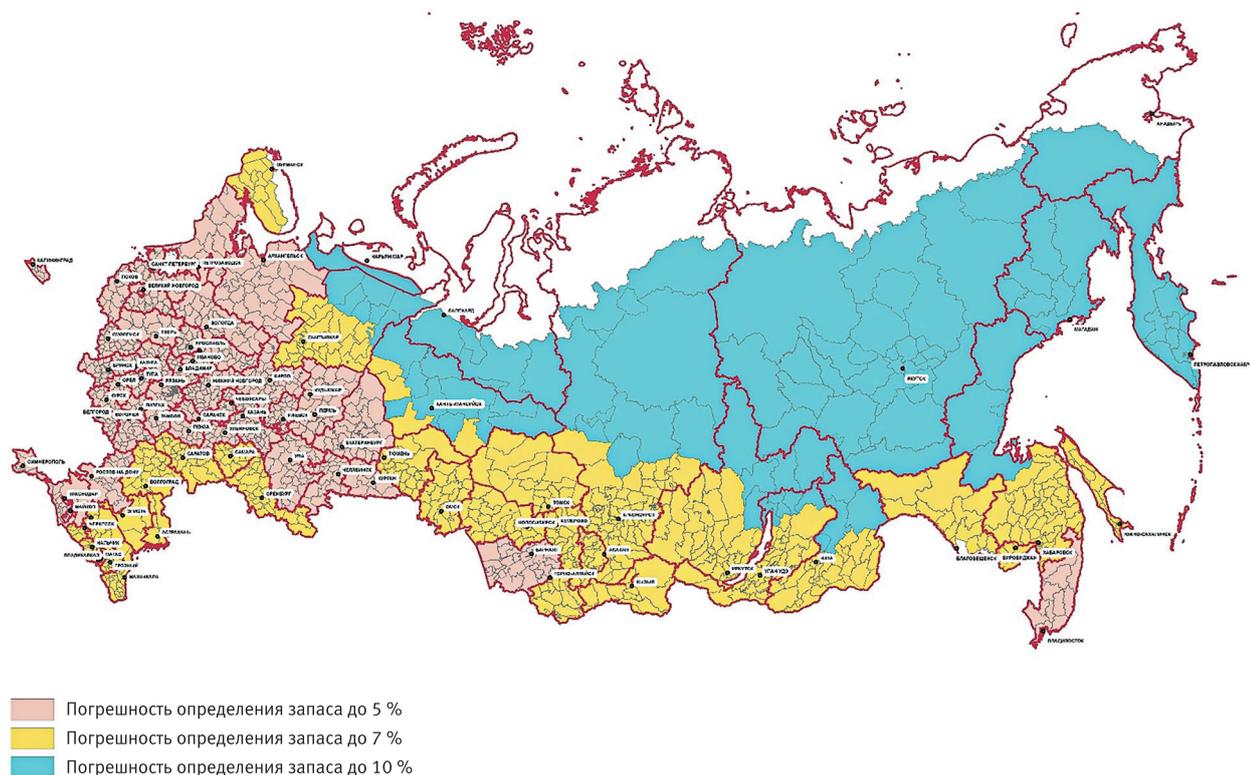


Рис. 3. Зонирование территории Российской Федерации по погрешности определения общего запаса насаждений для второго цикла ГИЛ

Таблица 2. Информация о площадных характеристиках выделенных зон

Зона	Погрешность определения общего запаса насаждения, %	Общая площадь лесов (по данным ГЛР на 01.01.2019), млн га	Доля общей площади лесов, %
1	До ±5	174,0	14,7
2	До ±7	324,5	27,3
3	До ±10	689,2	58,0
Итого		1187,7	100,0

ДЗЗ. При отсутствии иных источников оперативной, независимой и объективной информации о лесах ДЗЗ – единственный эффективный инструмент получения информации на больших и труднодоступных территориях. При этом предусматривается обязательная организация обучающей выборки методом закладки таксационно-дешифровочных участков [20]. О важности использования обучающей классификации космических снимков при лесочетных работах упоминается в работах В.М. Жирина и В.В. Нефедьева [21], Р.С. Корсикова [22]. На основе опыта

применения спутниковых снимков предложена следующая технологическая схема получения таксационных показателей в 3-й зоне:

- ✓ предварительная классификация лесной площади с использованием данных ДЗЗ. Количество выделяемых классов зависит от разнообразия ландшафтов, числа древесных и кустарниковых пород и их возраста;
- ✓ закладка необходимого (расчетного) количества таксационных дешифровочных участков (ТДУ) в выделенных классах.

Размер ТДУ составляет 2,2 га (150×150 м) [23];

- ✓ обучаемая классификация данных, полученных с ТДУ;
- ✓ получение средней характеристики насаждений по классам на основании данных ТДУ (расчет на 1 га) с последующим переводом на всю лесную площадь;
- ✓ верификация полученных данных с использованием высокоточной съемки с российских космических аппаратов.

4. Дополнительная закладка таксационных дешифровочных участков в 1-й и 2-й зонах

Использование данного методического подхода направлено на получение информации и картографического материала по фактической лесистости территории, среднему и общему запасам насаждений, таксационным характеристикам преобладающих древесных и кустарниковых пород. Предлагается следующая технологическая схема интеграции ТДУ и сети ППП:

- ✓ выделение маски площадей, занятых лесными насаждениями;
- ✓ закладка ТДУ в каждом гексагоне (размер аналогичен ТДУ для 3-й зоны);
- ✓ закладка в пределах ТДУ реласкопических площадок (от 3 до 6 шт. согласно Лесоустроительной инструкции);
- ✓ получение средних характеристик для ТДУ;
- ✓ обучаемая классификация материалов ДЗЗ по данным ТДУ.

5. Переход с 95 %-й на 68 %-ю доверительную вероятность при расчете количества ППП для определения общего запаса насаждений с заданной погрешностью

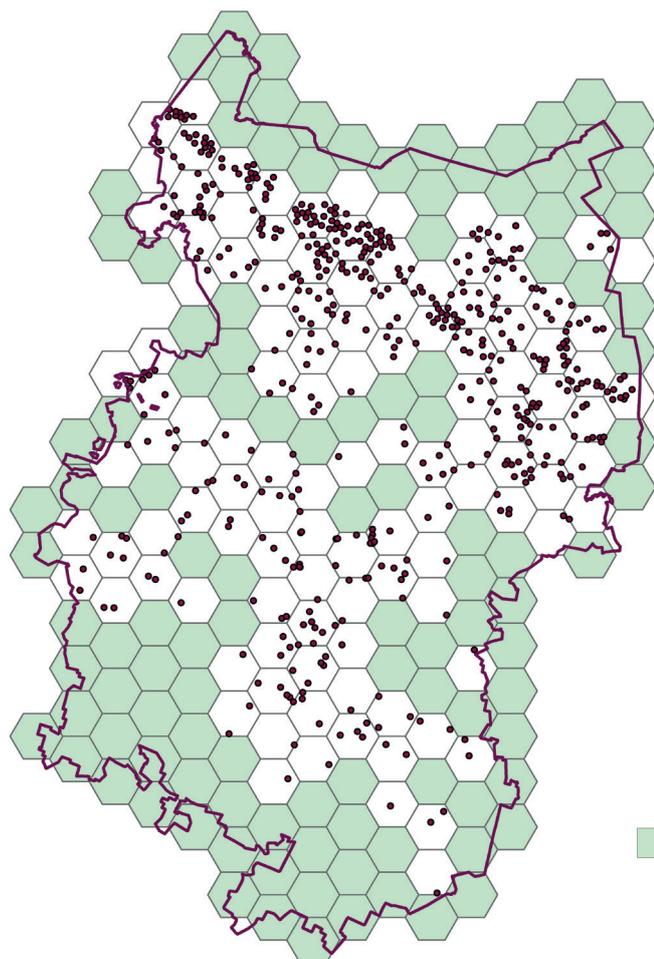
Во втором цикле ГИЛ, с целью сокращения расчетного количества ППП, рекомендуем перейти на 68 %-ю доверительную вероятность определения общего запаса насаждения, поскольку это значение принято при проведении

национальных инвентаризаций лесов в большинстве зарубежных стран (Великобритании, США, Канады, Швеции, Финляндии и др.).

В пределах выделенных зон должен проводиться расчет необходимого количества ППП и подбор размеров гексагональной сети в пределах субъектов Российской Федерации (сторона гексагона должна быть кратна 2). Пример расчета количества ППП, выполненного по методике А.Н. Федосимова [24], и размещения гексагональной сети на территории Омской обл. представлен на рис. 4.

Выводы

Методические подходы, предлагаемые для второго цикла ГИЛ, обеспечат выравнивание плотности сети ППП, позволят отказаться от использования материалов лесоустройства в качестве основы для проведения работ. При этом можно сократить сроки выполнения ГИЛ в пределах субъектов Российской Федерации до 5 лет. Преимущественное использование материалов ДЗЗ для труднодоступной территории (3-я зона) и переход на 68 %-ю доверительную вероятность определения общего запаса насаждения снизят затраты на проведение полевых работ, обеспечат получение актуальных данных о лесных ресурсах, а также геопространственной информации о количественных и качественных характеристиках лесов. Использование рекомендуемого подхода обеспечит преемственность данных первого цикла и позволит оптимизировать методические подходы и стоимость выполнения работ по ГИЛ. Ориентировочные экономические расчеты свидетельствуют, что применение данного подхода приведет к сокращению затрат на выполнение полевых работ на 44 %, а выполнение всего комплекса работ второго цикла не превысит затраты на первый цикл ГИЛ.



Омская область

Количество ППП, заложенных в 1 цикле: **512**
 Размер ребра гексагона: **16 км**
 Количество гексагонов лесной площади: **231**
 Количество гексагонов с ППП 1 цикла: **116 (50%)**

● ППП 1 цикла ГИЛ
 ■ Гексагоны, где необходимо дополнительно заложить ППП во втором цикле

Погрешность определения запаса	1 %	2 %	3 %	4 %	5 %	6 %	7 %
Расчет для 95 %-й доверительной вероятности Количество ППП при случайной стратифицированной выборке (с использованием единой схемы стратификации 49 страт), шт.	6 077	1 519	679	384	246	179	134
Расчет для 95 %-й доверительной вероятности Количество ППП с использованием регулярной сети ППП, шт.	16 199	4 050	1 800	1 012	648	450	331
Расчет для 68 %-й доверительной вероятности Количество ППП с использованием регулярной сети ППП, шт.	4 124	1 031	458	258	165	115	84

Рис. 4. РАСЧЕТ КОЛИЧЕСТВА ППП И РАЗМЕЩЕНИЕ ГЕКСАГОНАЛЬНОЙ СЕТИ НА ПРИМЕРЕ ОМСКОЙ ОБЛ.

Список использованных источников

1. Forest Inventory: Methodology and Applications /eds. A. Kangas and M. Maltamo // *Managing Forest Ecosystems*. – Springer Verlag : Printed in the Netherlands. – V. 10. – 2006. – 362 p.
2. Kohl, M. Stand inventory techniques in Europe / M. Kohl // *Proceedings of the Stand Inventory Technologies : an International Multiple Resource Conference, World Forestry Center (September 13–17, 1992)*. – Publ. American Society for Photogrammetry and Remote Sensing.
3. Survey instructions for Federal Forest Inventory II (2001–2002), 2nd corrected translation, February 2006, of the 2nd corrected and revised reprint (May, 2001) [Электронный ресурс]. – Federal Ministry of Food, Agriculture and Consumer Protection (Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft (BMVEL)). – Bonn, 2006. – 110 p. – Режим доступа: Internet: <http://www.verbraucherministerium.de>.
4. Forest Inventory Systems in the Federal Republic of Germany / A. Akyaa ; eds. P.J. Kennedy, R. Paivinen, L. Roihuvuo // *Proceedings – International Workshop. Designing a System of Nomenclature for European Forest Mapping. (13–15 June 1994. Joensuu, Finland) : Report*. – Published by the Institute for Remote Sensing Applications, Joint Research Centre, European Commission and the European Forest Institute, 1995. – P. 207–214.
5. Swiss National Forest Inventory Method and models the Second Assessment [Электронный ресурс] / eds. P. Brussel, H. Lischke // *Managing Forest Ecosystems*. – 1999. – V. 35. – P. 299–336. – Режим доступа: WSL. Internet: publ/methoden-en.php.
6. Tomppo, E. The Finnish National Forest Inventory. – Ch. 11 / eds. A. Kangas, & M. Maltamo // *Forest inventory. Methodology and applications*. – *Managing Forest Ecosystems*. – V. 10. – Springer, Dordrecht. – 2006. – P. 179–194.
7. Plot-based National Forest Inventory Design for Canada : an interagency partnership project. – NFI design version 2.0 March 31, 1999. – 62 p.
8. Eyre, F.H. Forest Cover Types of the United States and Canada / F.H. Eyre. – Society of American Foresters, 1980. – 148 p.
9. Metodika opakovaného setfeni Narodní inventarizace lesů ČR. IFER-Ustav pro výzkum lesních ekosystémů, 2006. – 136 s.
10. North America. – Ch. 20 / eds. A. Kangas, & M. Maltamo // *Forest inventory. Methodology and applications*. – *Managing Forest Ecosystems*. – V. 10. – Springer, Dordrecht. – 2006. – P. 325–340.
11. Soderberg, Ulf. An Ukrainian National Forest Inventory in an European context / Ulf Soderberg. – Department of Forest Resource Management, SLU Umea, Sweden, 2008. – 32 p.
12. Using satellite imagery as ancillary data for increasing the precision of estimates for the Forest Inventory and Analysis program of the USDA Forest Service / R.E. McRoberts, G.R. Holden, M.D. Nelson, G.C. Liknes, D.D. Gormanson // *Canadian Journal of Forest Research*. – 2006. – P. 2968–2980.
13. Креснов, В.В. Национальная инвентаризация лесов в зарубежных странах / В.В. Креснов, В.В. Страхов, А.Н. Филипчук // *Лесохоз. информ.* – 2008. – № 10–11. – С. 53–88.
14. Об утверждении Методических рекомендаций по проведению государственной инвентаризации лесов. Приказ Рослесхоза от 10.11.2011 № 472.
15. Вдовин, Е.С. Совершенствование выборочного метода таксации при государственной инвентаризации лесов : дисс. ...с.-х. наук / Е.С. Вдовин. – Йошкар-Ола, 2011. – 159 с.
16. Об утверждении Перечня лесорастительных зон и лесных районов Российской Федерации. Приказ МПР России от 28.03.2007 № 68.
17. Об утверждении Перечня лесорастительных зон Российской Федерации и Перечня лесных районов Российской Федерации. Приказ Минприроды России от 18.08.2014 № 367.
18. Алексеев, А.С. Основные принципы организации и проведения государственной инвентаризации лесов (ГИЛ) / А.С. Алексеев // *Вопросы лесной науки*. – Вып. 2 (1). – 2019. – С. 1–18.

19. Birch, C. Rectangular and hexagonal grids used for observation, experiment, and simulation in ecology / C. Birch, S.P. Oom, J.A. Beecham // *Ecological Modelling*. – Vol. 206. – № 3–4. – August 2007. – P. 347–359. – DOI:10.1016/j.ecolmodel.2007.03.041 Corpus ID: 1651339.3
20. Швиденко, А.З. К вопросу о совершенствовании системы лесоучетных работ в России / А.З. Швиденко // *Рослесинфорг – 80 лет служения лесу : матер. конф.* – М. : ФГБУ «Рослесинфорг», 2017. – С. 30–36.
21. Жирин, В.М. Использование данных фотостатметода в интересах государственной инвентаризации лесов / В.М. Жирин, В.В. Нефедьев // *Использование материалов ГИЛ в интересах окружающей среды : матер. Всерос. совещ.* – М. : ФГУП «Рослесинфорг», 2013. – С. 70–77.
22. Корсигов, Р.С. Определение характеристик лесов Брянской области на основе данных дистанционного зондирования Земли: дисс. ...с.-х. наук / Р.С. Корсигов. – Брянск, 2016. – 127 с.
23. Schmidt, C. Land Cover Classification from Satellite Imagery : Applied materials Remote Sensing Training / C. Schmidt. – NASA. – 2016. – 39 p.
24. Федосимов, А.Н. Инвентаризация леса выборочными методами / А.Н. Федосимов. – М. : Лесн. пром-сть, 1986. – 192 с.

References

1. Forest Inventory: Methodology and Applications / eds. A. Kangas and M. Maltamo // *Managing Forest Ecosystems*. – Springer Verlag : Printed in the Netherlands. – V. 10. – 2006. – 362 p.
2. Kohl, M. Stand inventory techniques in Europe / M. Kohl // *Proceedings of the Stand Inventory Technologies : an International Multiple Resource Conference, World Forestry Center (September 13–17, 1992)*. – Publ. American Society for Photogrammetry and Remote Sensing.
3. Survey instructions for Federal Forest Inventory II (2001–2002), 2nd corrected translation, February 2006, of the 2nd corrected and revised reprint (May, 2001) [Elektronnyj resurs]. – Federal Ministry of Food, Agriculture and Consumer Protection (Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft (BMVEL)). – Bonn, 2006. – 110 p. – Rezhim dostupa: Internet: <http://www.verbraucherministerium.de>.
4. Forest Inventory Systems in the Federal Republic of Germany / A. Akya ; eds. P.J. Kennedy, R. Paivinen, L. Roihuvuo // *Proceedings – International Workshop. Designing a System of Nomenclature for European Forest Mapping. (13–15 June 1994. Joensuu, Finland) : Report*. – Published by the Institute for Remote Sensing Applications, Joint Research Centre, European Commission and the European Forest Institute, 1995. – P. 207–214.
5. Swiss National Forest Inventory Method and models the Second Assessment [Elektronnyj resurs] / eds. R. Brussel, N. Lischke // *Managing Forest Ecosystems*. – 1999. – V. 35. – R. 299–336. – Rezhim dostupa: WSL. Internet: publ/methoden-en.php.
6. Tomppo, E. The Finnish National Forest Inventory. – Ch. 11 / eds. A. Kangas, & M. Maltamo // *Forest inventory. Methodology and applications*. – *Managing Forest Ecosystems*. – V. 10. – Springer, Dordrecht. – 2006. – R. 179–194.
7. Plot-based National Forest Inventory Design for Canada : an interagency partnership project. – NFI design version 2.0 March 31, 1999. – 62 p.
8. Eyre, F.H. Forest Cover Types of the United States and Canada / F.H. Eyre. – Society of American Foresters, 1980. – 148 p.
9. Metodika opakovaného setfení Národní inventarizace lesů ČR. IFER-Ustav pro výzkum lesních ekosystémů, 2006. – 136 s.
10. North America. – Ch. 20 / eds. A. Kangas, & M. Maltamo // *Forest inventory. Methodology and applications*. – *Managing Forest Ecosystems*. – V. 10. – Springer, Dordrecht. – 2006. – P. 325–340.

11. Soderberg, Ulf. An Ukrainian National Forest Inventory in an European context / Ulf Soderberg. – Department of Forest Resource Management, SLU Umea, Sweden, 2008. – 32 p.
12. Using satellite imagery as ancillary data for increasing the precision of estimates for the Forest Inventory and Analysis program of the USDA Forest Service / R.E. McRoberts, G.R. Holden, M.D. Nelson, G.C. Liknes, D.D. Gormanson // Canadian Journal of Forest Research. – 2006. – P. 2968–2980.
13. Kresnov, V.V. Nacional'naya inventarizaciya lesov v zarubezhnyh stranah / V.V. Kresnov, V.V. Strahov, A.N. Filipchuk // Lesohoz. inform. – 2008. – № 10–11. – S. 53–88.
14. Ob utverzhdenii Metodicheskikh rekomendacij po provedeniyu gosudarstvennoj inventarizacii lesov. Prikaz Rosleskhoza ot 10.11.2011 № 472.
15. Vdovin, E.S. Sovershenstvovanie vyborochnogo metoda taksacii pri gosudarstvennoj inventarizacii lesov : diss. ...s.-h. nauk / E.S. Vdovin. – Joshkar-Ola, 2011. – 159 s.
16. Ob utverzhdenii Perechnya lesorastitel'nyh zon i lesnyh rajonov Rossijskoj Federacii. Prikaz MPR Rossii ot 28.03.2007 № 68.
17. Ob utverzhdenii Perechnya lesorastitel'nyh zon Rossijskoj Federacii i Perechnya lesnyh rajonov Rossijskoj Federacii. Prikaz Minprirody Rossii ot 18.08.2014 № 367.
18. Alekseev, A.S. Osnovnye principy organizacii i provedeniya gosudarstvennoj inventarizacii lesov (GIL) / A.S. Alekseev // Voprosy lesnoj nauki. – Vyp. 2 (1). – 2019. – S. 1–18.
19. Birch, S. Rectangular and hexagonal grids used for observation, experiment, and simulation in ecology / S. Birch, S.P. Oom, J.A. Beecham // Ecological Modelling. – Vol. 206. – № 3–4. – August 2007. – R. 347–359. – DOI:10.1016/j.ecolmodel.2007.03.041 Corpus ID: 1651339.3
20. Shvidenko, A.Z. K voprosu o sovershenstvovanii sistemy lesouchetnyh rabot v Rossii / A.Z. Shvidenko // Roslesinform – 80 let sluzheniya lesu : mater. konf. – M. : FGBU «Roslesinform», 2017. – S. 30–36.
21. Zhirin, V.M. Ispol'zovanie dannyh fotostatmetoda v interesah gosudarstvennoj inventarizacii lesov / V.M. Zhirin, V.V. Nefed'ev // Ispol'zovanie materialov GIL v interesah okruzhayushchej sredy : mater. Vseros. soveshch. – M. : FGUP «Roslesinform», 2013. – S. 70–77.
22. Korsikov, R.S. Opredelenie harakteristik lesov Bryanskoj oblasti na osnove dannyh distancionnogo zondirovaniya Zemli : diss. ...s.-h. nauk / R.S. Korsikov. – Bryansk, 2016. – 127 s.
23. Schmidt, S. Land Cover Classification from Satellite Imagery : Applied materials Remote Sensing Training / S. Schmidt. – NASA. – 2016. – 39 p.
24. Fedosimov, A.N. Inventarizaciya lesa vyborochnymi metodami / A.N. Fedosimov. – M. : Lesn. prom-st', 1986. – 192 s.

Experience in Conducting the GIL of the Russian Federation and Improving the National Forest Inventory in the Second Cycle

A. Berdov

Federal State Budget Institution «Roslesinform», Sector team leader, Candidate of Sciences in Biology, Moscow, Russian Federation, berdov.am@roslesinform.ru

S. Fedorov

Federal State Budget Institution «Roslesinform», Department leader, Moscow, Russian Federation, fedorov.sv@roslesinform.ru

A. Pristavko

Federal State Budget Institution «Roslesinform», Deputy Department leader, Moscow, Russian Federation, pristavko.aa@roslesinform.ru

V. Manovich

Federal State Budget Institution «Roslesinform», Chief analyst, Candidate of Sciences in Technology, Moscow, Russian Federation, manovich.vn@roslesinform.ru

E. Malakhova

Federal State Budget Institution «Roslesinform», Deputy Sector team leader, Candidate of Sciences in Agriculture, Moscow, Russian Federation, malakhova.eg@roslesinform.ru

Key words: national forest inventory, permanent inventory plot, remote sensing, forest districts.

The article examines the methodical aspects of the first cycle of the National Forest Inventory (NFI) of forests and other wooded land of the Russian Federation. It also includes the critical analysis of the current method, which utilize the permanent sample plots on the stratified sample base. Further, the paper discusses the use of the forest management planning documentation as the basis for stratification and its impact on the national forest inventory results, including characteristics of the total standing volume.

The article proposes an alternative to the present method, with the application of a regular grid of permanent inventory plot method. The proposed regular grid of permanent inventory plot method is based on a hexagon which when projected on to the Earth's surface negates the distortion of the projection.

Further, the article proposes to divide all forests of Russian Federation into three zones with different threshold values of error of total determination of standing volume on the following principles:

- *completeness of implementation of activities of conservation and protection of forests;*
- *share of usage of the allowable final cut;*
- *share of leased forest areas in the total area of forest districts;*
- *length of roads per 1 000 ha of the area of forests.*

The authors proposed the change of the scheme of permanent sample plots. They propose the usage of the 68 percent confidence probability for the calculation of the total standing volume. For hard-to-reach forests, the authors suggested to conduct Russian NFI using remote sensing data as well as making test plots based on the training classification. The authors provide calculations of the constant trial plot number for repeated examinations in the NFI second cycle and the number of permanent sample plots.

In conclusion, it is noted that the alternative method, proposed in this article, assures continuation and optimal use of the results of the first cycle of the Russian NFI and provides solid basis for the next and the following ones reduces the economic cost of the working process and enhances the quality of the results.