



Примеры экспериментальных расчетов запасов углерода в фитомассе и древесном детрите по данным ГИЛ

МАЛЬШЕВА Н.В., ЗОЛИНА Т.А. , КИНИГОПУЛО П.С.

*ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ ЛЕСОВОДСТВА И МЕХАНИЗАЦИИ ЛЕСНОГО
ХОЗЯЙСТВА (ФБУ ВНИИЛМ),*

Г. ПУШКИНО, МОСКОВСКАЯ ОБЛАСТЬ

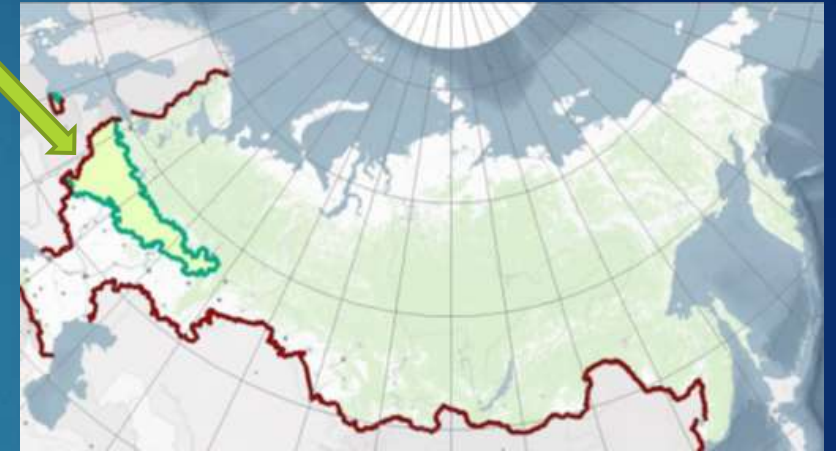
Москва, 4 марта, 2021

Оценка запасов углерода в пулах фитомассы и древесного детрита

2

Объект: Лесной район хвойно-широколиственных (смешанных) лесов Европейско-Уральской части России

- Лесной район включает полностью или частично лесные земли на территории 23 субъектов РФ, расположенных в 3-х федеральных округах - Северо-Западном, Центральном и Приволжском.
- Работы по ГИЛ на территории лесного района выполнялись с 2007 по 2018 гг. Заложено 9105 ППП.
- Целевая точность определения общего запаса древесины 1%, фактическая составила 0,54%.



Сравнение характеристик лесов, полученных по результатам ГИЛ и данным государственного лесного реестра (ГЛР)

| Показатель | ГИЛ | ГЛР |
|---|--------|--------|
| Площадь лесных земель, млн га | 28,9 | 28,6 |
| Площадь лесопокрытых земель, млн га | 27,8 | 27,7 |
| Общий запас древесины, млн м ³ | 7371,8 | 4864,5 |
| Средний запас древесины, м ³ /га | 255,0 | 169,0 |
| Средний возраст, лет | 50 | 49 |

Расхождение в оценке общих и средних запасов древесины между ГИЛ и ГЛР составляет порядка +34%. Площади земель сопоставимы.

Лесной район хвойно-широколиственных (смешанных) лесов ЕУЧР. Сравнение расчетных показателей запаса углерода в биомассе

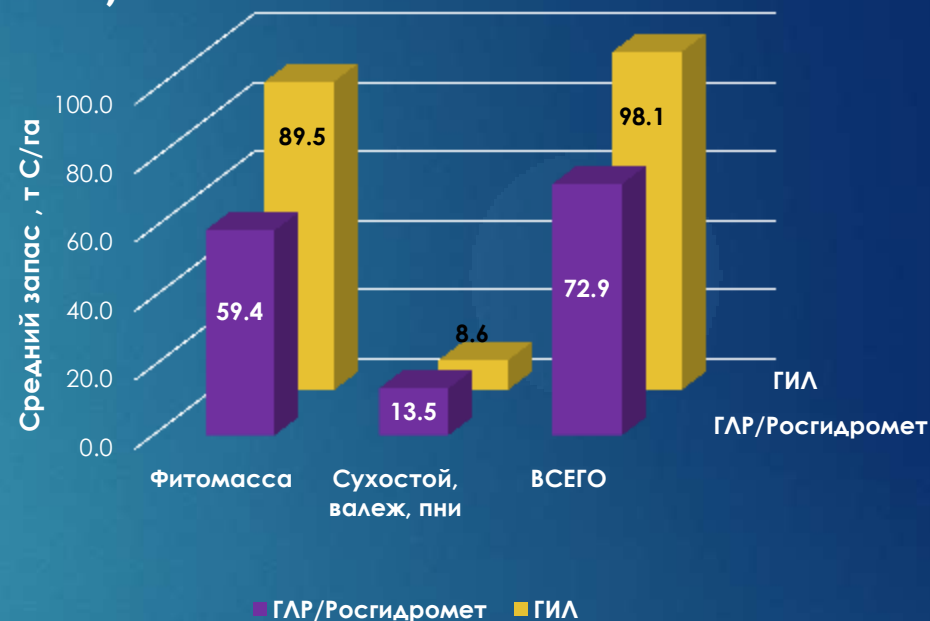
3

1. Площади лесных земель сопоставимы (по состоянию на 2018 г.)

2. Суммарный запас углерода в пулах фитомассы и древесного детрита по данным ГИЛ превышает запас углерода, рассчитанный по данным ГЛР, на $\approx 35\%$.

3. Расчет запаса углерода в древесном детрите, исходя из соотношения отпада к запасу древесины, дает завышенную оценку этого пула по данным ГЛР. Завышение для опытного объекта составило порядка 36% .

Итого, общая недооценка среднего запаса углерода в обозначенных пулах по данным ГЛР на 2018 г. составила порядка 26% .



| Данные | Площадь лесных земель, млн га | Суммарный запас углерода фитомасса+детрит, Мт С | Средний запас углерода. Фитомасса, т С/га | Средний запас углерода. Сухостой, валеж, пни. т С/га | ВСЕГО. Средний запас углерода всех пулов т С/га |
|------------------------|-------------------------------|---|---|--|---|
| ГЛР/Росгидромет* | 28,7 | 2090,5 | 59,4 | 13,5 | 72,9 |
| ГИЛ | 28,9 | 2838,5 | 89,5 | 8,6 | 98,1 |
| Расхождение ГИЛ/ГЛР, % | +0,8 | +35,8 | +33,6 | -36,3 | +25,7 |

*Национальный доклад о кадастре антропогенных выбросов из источников и абсорбции поглотителями парниковых газов, не регулируемых Монреальским процессом за 1990-2018. М.: Росгидромет, 2020. ч.2. 116 с.

Оценка запасов углерода в пулах фитомассы и древесного детрита

Объект - Хабаровский край

- ▶ Работы по ГИЛ на территории Хабаровского края выполнялись с 2007 по 2018 гг. Заложено 2212 ППП.
- ▶ Целевая точность определения общего запаса древесины 2%, фактическая составила 4,4%.
- ▶ Порядка 40% площади лесов относятся к резервным и как неуправляемые до настоящего времени не учитывались в Национальном кадастре ПГ

Сравнение характеристик лесов, полученных по результатам ГИЛ и данным государственного лесного реестра (ГЛР)

Расхождение в оценке общих запасов древесины по всем категориям лесных земель между ГИЛ и ГЛР составляет порядка +2,6%. Площади лесных земель сопоставимы.

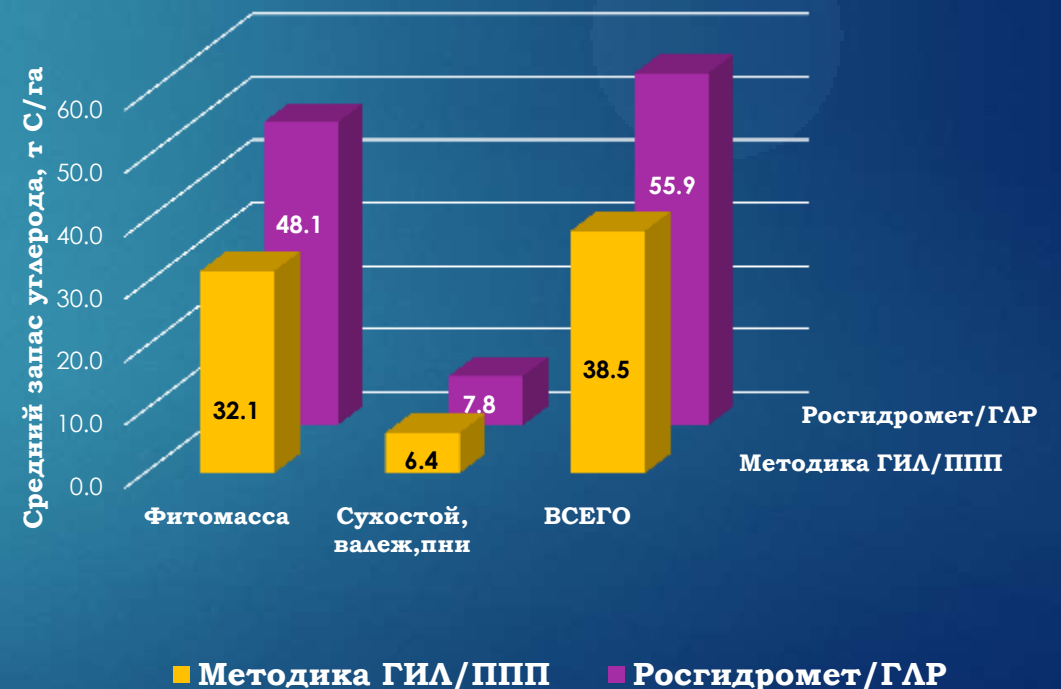
| Показатель | ГИЛ | ГЛР |
|---|-----------|----------|
| Площадь лесных земель, тыс. га | 59 232,18 | 59 362,6 |
| Общий запас древесины млн. м ³ | 5 277,85 | 5 140,93 |

Оценка запасов углерода в пулах фитомассы и древесного детрита

5

Сравнение расчетных показателей средних запасов углерода в биомассе. Хабаровский край

Расхождение в средних запасах объясняется расчетами показателя Росгидрометом для управляемых лесов, в ГИЛ - для всех лесных земель. Средний запас углерода в фитомассе по данным ГИЛ на 33% меньше.



| Методика/ данные | Средний запас углерода. Фитомасса, т С/га | Средний запас углерода. Сухостой, валеж пни, т С/га | ВСЕГО. Средний запас, т С/га |
|------------------|---|---|------------------------------|
| Методика ГИЛ/ППП | 32,1 | 6,4 | 38,5 |
| Росгидромет /ГАР | 48,1 | 7,8 | 55,9 |

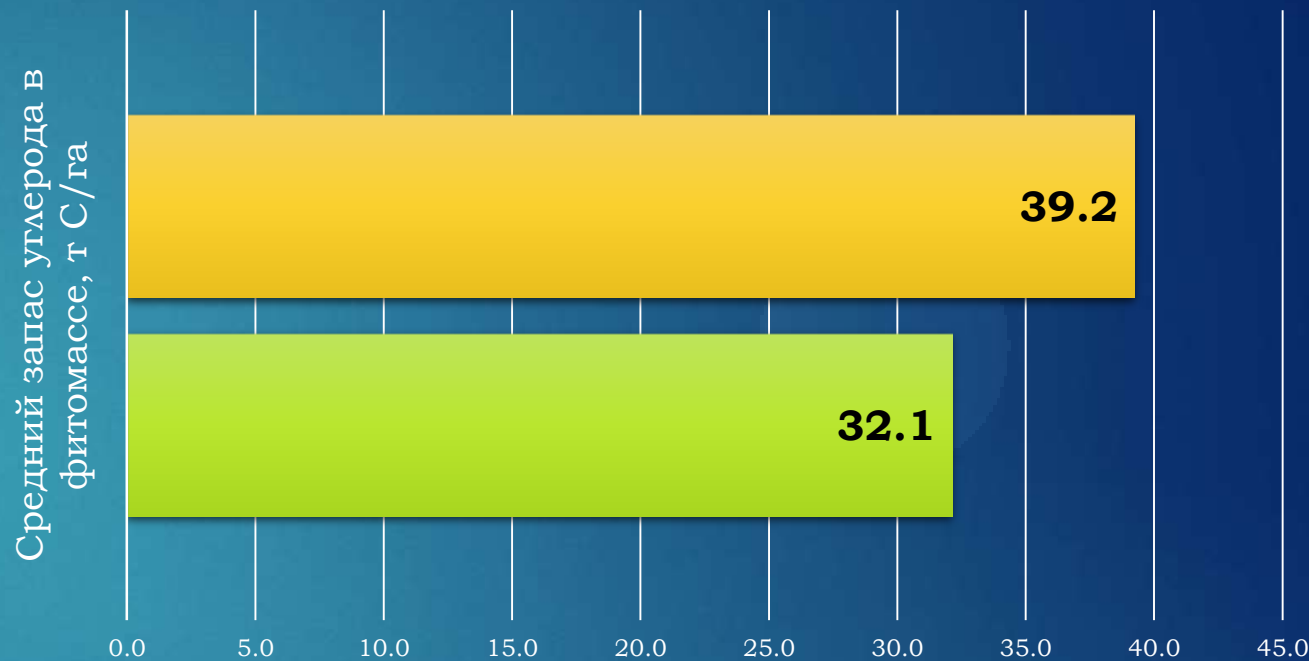
Оценка запасов углерода в пулах фитомассы и древесного детрита. Расчет по откорректированной методике с данными ГИЛ

Уравнение, используемое в Методике ГИЛ для расчета запасов углерода в фитомассе, в целом соответствует рекомендациям МГЭИК.

Недостатки: 1) конверсионный коэффициент, соответствующий коэффициенту разрастания биомассы ВЕФ принят по умолчанию без учета изменчивости для древостоев разных групп возраста и разных древесных пород.

2) в расчетах используют среднюю плотность древесины (0,45), не дифференцированную по породам.

Итог - занижение расчетного запаса фитомассы порядка на 15-20%.



| Методика/данные | Итого, фитомасса, Мт С | Площадь лесных земель, тыс га |
|----------------------------|------------------------|-------------------------------|
| Коррекция методики ГИЛ/ППП | 2161,54 | 59 232,18 |
| Росгидромет/ГАР* | 672,9 | 11 633,5 |

- Коррекция расчетов на конверсионные коэффициенты
- Методика ГИЛ

Итог: корректные конверсионные коэффициенты, данные ППП ГИЛ и расчет для всех лесных земель дают в сумме эффект трехкратного увеличения запаса углерода в фитомассе.

Выводы

- ▶ **На примере опытных объектов показано, что**
- ▶ использование данных ГИЛ, собранных на ППП, отличающихся большей точностью определения запаса стволовой древесины (1-2-4%) и актуальных на сегодняшний день снизит неопределенность оценки, улучшит национальную отчетность по климатической конвенции и сделает ее сопоставимой с отчетностью других стран.
- ▶ в сочетании с более корректной методикой расчета запаса углерода в пулах биомассы можно получить эффект в размере от 20-40% и более.
- ▶ Обязательным условием использования данных ППП ГИЛ для корректных расчетов отчетных параметров кадастра ПГ является оперирование не сводными данными аналитических обзоров, а исходными данными, полученными по непосредственным измерениям на ППП ГИЛ.

Оценка объемных запасов древесного детрита по лесным районам

- ▶ Пул углерода древесного детрита – второй по величине после пула фитомассы. Этот углеродный пул формируют сухостой, валежник, пни, сухие ветви, отмершие корни деревьев.
- ▶ Запас углеродного пула древесного детрита зависит от объема древесины, погибшей и поврежденной в результате воздействия негативных факторов или естественного отпада в древостоях; времени, прошедшего после негативного воздействия, и скорости разложения органического вещества в тех или иных климатических условиях; своевременного выполнения санитарно-оздоровительных мероприятий.
- ▶ Федеральная статистика свидетельствует о том, что в последние годы объемы санитарно-оздоровительных мероприятий снижаются. Отношение их площади к площади погибших и поврежденных лесов (%) в 2013 г. составляло 24%, 2014 г.- 16,5 %, а в 2015 г.- 12 %. За это же время доля площади лесов, погибших от пожаров, неблагоприятных погодных условий, вредителей и болезней леса по отношению к площади земель, занятых лесными насаждениями, выросла на 12%, а объемы санитарно-оздоровительных мероприятий сократились на 50%.

- ▶ Принятая для подготовки национальной отчетности методика определения запаса углерода в пуле древесного детрита включает модельные **расчеты массы древесного детрита**, исходя из объемного запаса стволовой древесины. В расчетах используют данные **Государственного лесного реестра**.
- ▶ Измеряемые на ППП ГИЛ параметры и оцениваемые характеристики сухостоя, валежника, пней позволяют в расчетах использовать данные прямых полевых измерений.
- ▶ Цель проведенного исследования: оценить объемные запасы древесного детрита для последующего использования в расчетах запаса углерода в этом пуле и выявить пространственные закономерности его распределения по таксонам лесорастительного зонирования.
- ▶ Источники данных - аналитические обзоры по лесным районам в которых работы завершены на 01.01.2020 с обследованиями ППП в течение 2007-2019 гг.
- ▶ Объект исследования **28** лесных районов в которых ГИЛ завершена в начале 2020. Объем выборки **47816** ППП ГИЛ.

Объекты исследования. 28 лесных районов в границах лесорастительных зон

Приказ МПР «Об утверждении Перечня лесорастительных зон Российской Федерации и Перечня лесных районов Российской Федерации» (Зарегистрировано в Минюсте России 29.09.2014 N 34186 в ред. от 21. 03.2016 № 83 и ред.19.02.2019)



| № на карте | Лесной район | Лесорастительная зона | |
|------------|---|--|----------------------------|
| 1 | Район притундровых лесов и редкостойной тайги ЕУЧР | Зона притундровых лесов и редкостойной тайги | |
| 18 | Западно-Сибирский район притундровых лесов и редкостойной тайги | | |
| 2 | Северо-таежный район ЕЧР | Таежная зона | |
| 3 | Карельский северо-таежный район | | |
| 4 | Карельский таежный район | | |
| 5 | Двинско-Вычегодский таежный район | | |
| 6 | Балтийско-Белозерский таежный район | | |
| 7 | Южно-таежный ЕЧР | | |
| 14 | Северо-Уральский таежный район | | |
| 15 | Западно-Уральский таежный район | | |
| 16 | Средне-Уральский таежный район | | |
| 21 | Западно-Сибирский южно-таежный равнинный район | | |
| 25 | Нижнеангарский таежный район | Зона хвойно-широколиственных лесов | |
| 26 | Среднеангарский таежный район | | |
| 38 | Камчатский таежный район | | |
| 8 | Район хвойно-широколиственных (смешанных) лесов ЕЧР | | |
| 40 | Приамурско-Приморский хвойно-широколиственный район | | |
| 28 | Алтае-Саянский горно-таежный район | | Южно-Сибирская горная зона |
| 29 | Алтае-Саянский горно-лесостепной район | | |
| 33 | Байкальский горный лесной район | | |
| 34 | Забайкальский горно-мерзлотный район | | |
| 35 | Забайкальский горный лесной район | | |
| 13 | Крымский горный | Зона горного Северного Кавказа и горного Крыма | |
| 17 | Южно-Уральский лесостепной район | Лесостепная зона | |
| 22 | Западно-Сибирский подтаежно лесостепной район | | |
| 27 | Средне-Сибирский подтаежно-лесостепной район | | |
| 36 | Забайкальский лесостепной район | | |
| 41 | Дальневосточный лесостепной район | | |

Результаты. Пространственные закономерности

11

**Запас сухостоя
в среднем по всем
объектам составил
 $12,8 \pm 1,8 \text{ м}^3/\text{га}$**

Максимальные объемные запасы приурочены к подзоне южной тайги Западной и Восточной Сибири, зоне хвойно-широколиственных лесов.

Максимальные объемные запасы сухостоя: в Нижнеангарском таежном $29,5 \pm 4,3 \text{ м}^3/\text{га}$, Среднеангарском таежном $24,8 \pm 2,9 \text{ м}^3/\text{га}$ Западно-Сибирском южно-таежном равнинном – $18,5 \pm 1,1 \text{ м}^3/\text{га}$



**Запас валежника
в среднем по всем
объектам $17,0 \pm 2,8 \text{ м}^3/\text{га}$**

Максимальные запасы приурочены подзоне средней тайги Восточной Сибири и Южно-Сибирской горной зоне.

Максимальные объемные запасы: в
Нижнеангарском таежном $40,8 \pm 2,4 \text{ м}^3/\text{га}$,
Среднеангарском таежном $36,5 \pm 2,4 \text{ м}^3/\text{га}$
Среднесибирском подтаежно-лесостепном – $27,3 \pm 1,4 \text{ м}^3/\text{га}$,
Алтае-Саянском горно-таежном- $25,9 \pm 1,5 \text{ м}^3/\text{га}$



- | | | |
|---|---|--|
| <p>1 Притундровых лесов и редкостойной тайги</p> <p>2 Таежная зона</p> <p>2,1 подзона северной тайги</p> <p>2,2 подзона средней тайги</p> <p>2,3 подзона южной тайги</p> <p>3 Зона хвойно-широколиственных (смешанных) лесов</p> <p>3,1 подзона Европейско-Уральской части России</p> <p>3,2 подзона Дальнего востока</p> | <p>Лесорастительные зоны и подзоны</p> <p>4 Лесостепная</p> <p>5 Степная</p> <p>6 Полупустынь и пустынь</p> <p>7 Горного Северного Кавказа и горного Крыма</p> <p>8 Южно-Сибирская горная</p> | <p>нелесные земли</p> <p>2,1 границы и номера лесорастительных зон и подзон</p> <p>36 границы и номера лесных районов</p> <p>государственная граница</p> |
|---|---|--|

Результаты

Запас пней по всем объектам в среднем $1,2 \pm 0,2 \text{ м}^3/\text{га}$

Максимальные объемные запасы: в Нижнеангарском таежном и Среднесибирском подтаежно-лесостепном – $2,3 \pm 0,2 \text{ м}^3/\text{га}$, Среднеангарском таежном 2,1 ± 0,2 м³/га, Карельском таежном – $2,0 \pm 0,3 \text{ м}^3/\text{га}$.

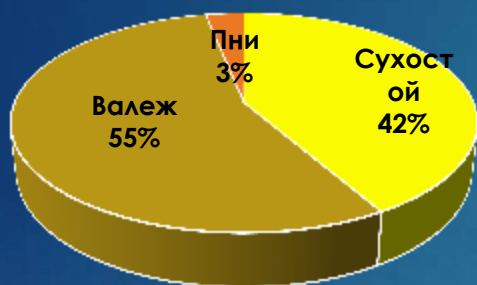


Результаты

Средний запас древесного детрита оценен в размере $31,0 \pm 4,4 \text{ м}^3/\text{га}$.

14

Структура запасов древесного детрита по составляющим



Максимальные объемные запасы: в Нижнеангарском таежном $72,6 \pm 0,2 \text{ м}^3/\text{га}$
Среднеангарском таежном $63,4 \pm 0,2 \text{ м}^3/\text{га}$
Среднесибирском подтаежно-лесостепном – $45,1 \pm 0,2 \text{ м}^3/\text{га}$,
Алтае-Саянском горно-лесостепном – $44,4 \pm 0,3 \text{ м}^3/\text{га}$.

Средний запас древесного детрита (по данным ГИЛ на 01.01.2020 г.)



Средний запас древесного детрита, куб.м/га



- | | |
|--|---|
| 1 Притундровых лесов и редкостойной тайги | Лесорастительные зоны и подзоны |
| 2 Таежная зона | 4 Лесостепная |
| 2,1 подзона северной тайги | 5 Степная |
| 2,2 подзона средней тайги | 6 Полупустынь и пустынь |
| 2,3 подзона южной тайги | 7 Горного Северного Кавказа и горного Крыма |
| 3 Зона хвойно-широколиственных (смешанных) лесов | 8 Южно-Сибирская горная |
| 3,1 подзона Европейско-Уральской части России | |
| 3,2 подзона Дальнего востока | |

- | | |
|--|--|
| | нелесные земли |
| | 2,1 границы и номера лесорастительных зон и подзон |
| | 36 границы и номера лесных районов |
| | государственная граница |

Результаты

Пространственные закономерности

Максимальные значения в Забайкальском горном лесном 48,8% и Западно-Сибирском районе притундровых лесов и редкостойной тайги 39%.

Соотношение объемных запасов древесного детрита и запасов древесины в среднем – 19,5 %

15



Выводы

16

- ▶ По выборке из 28 лесных районов средний запас древесного детрита оценен в $31,0 \pm 4,4$ м³/га из которых на сухостой приходится $12,8 \pm 1,8$ м³/га, на валежник – $17,0 \pm 2,8$ м³/га и пни- $1,2 \pm 0,2$ м³/га. Полученный результат несколько ниже оценок коллектива IIASA в 40 м³/га.
- ▶ Зональное распределение отличается нарастанием запасов детрита от притундровых лесов на севере до достижения максимума в зоне южной тайги и зоне хвойно-широколиственных лесов.
- ▶ По **выборке, представленной 28 лесными** районами, соотношение объемного запаса древесного детрита к запасу стволовой древесины составляет **19,5%** что соответствует соотношению, приведенному в национальной отчетности по международным климатическим соглашениям по стране в целом (2018 г.)* .
- ▶ Неопределенность оценки запасов древесного детрита (ошибка оценки) при 95% доверительном интервале составляет порядка **14%**.

*Национальный доклад о кадастре антропогенных выбросов из источников и абсорбции поглотителями парниковых газов, не регулируемых Монреальским процессом за 1990-2018. М.: Росгидромет, 2020. ч. 1 и 2.

- ▶ **Результаты исследования представлены в работе Малышева Н.В., Филипчук А.Н., Золина Т.А., Сильнягина Г.В. Количественная оценка запасов древесного детрита в лесах Российской Федерации по данным ГИЛ / Лесохозяйственная информация : электрон.сетевой журн.-2019-№1-С.101-128. URL: <http://lhi.vniilm.ru/> DOI: 10.24419/LHI.2304–3083.2019.1.09**

Спасибо за внимание

nat-malysheva@yandex.ru