

**К ОЦЕНКЕ ЗАПАСОВ УГЛЕРОДА В НАЗЕМНЫХ ЭКОСИСТЕМАХ  
ТУНДРОВОЙ И ЛЕСОТУНДРОВОЙ ЗОН РОССИЙСКОГО СЕВЕРА:  
ФИТОМАССА И ПЕРВИЧНАЯ ПРОДУКЦИЯ**

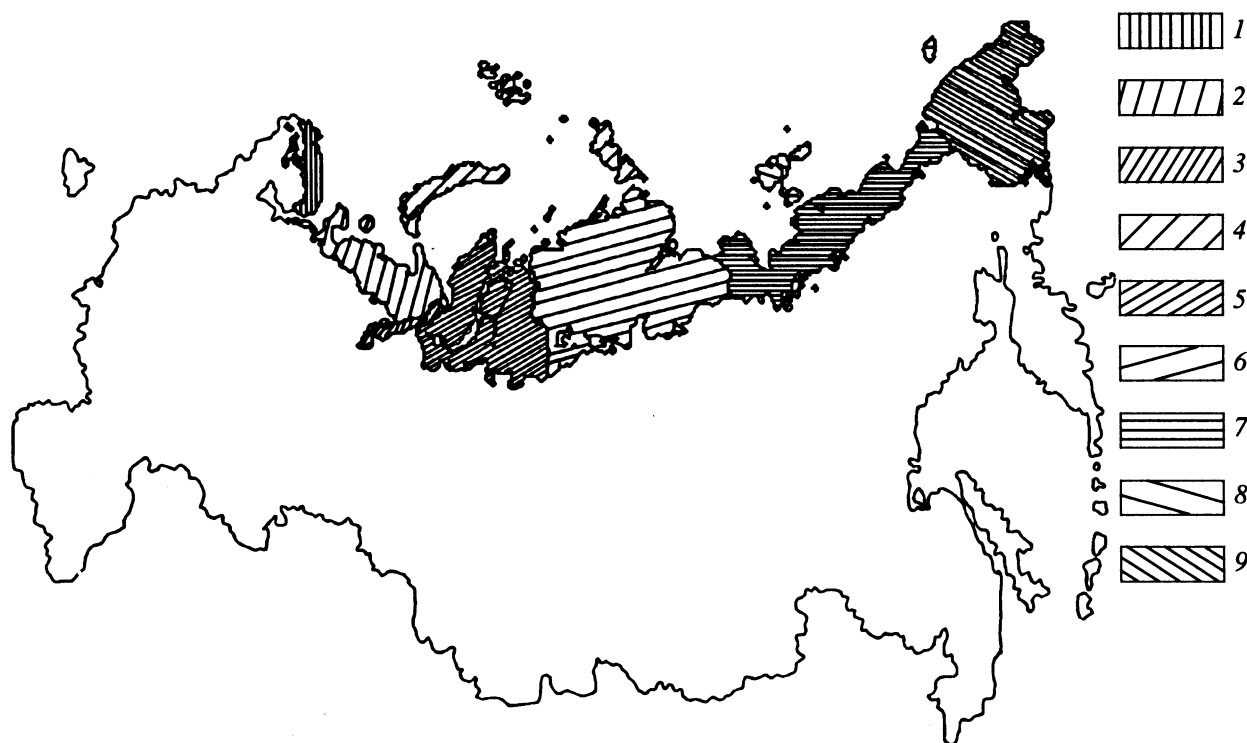
© 1994 г. Д. В. Карелин, Т. Г. Гильманов, Д. Г. Замолодчиков

Представлено академиком В.Е. Соколовым 18.10.93 г.

Поступило 9.11.93 г.

В настоящее время большое внимание уделяется проблемам, связанным с глобальными изменениями климата и ролью углекислого газа и метана в этих процессах. Следует отметить, что тундра, занимая по различным оценкам от 8 до 13 млн. км<sup>2</sup> или около 8% от всех наземных экосистем, по сумме двух основных пулов углерода (запасы в почве и фитомассе) входит в ряд наиболее существенных биомов Земли (315.7 Гт – тропиче-

ские дождевые леса, 291.3 Гт – бореальные леса, 204.4 Гт – тундра, лесотундра, альпийские экосистемы, парамо) [3 - 5]. Отсюда на первый план выходят задачи, связанные с получением новых и уточнением существующих оценок компонентов глобального цикла углерода в северных широтах. В настоящей работе представлены оценки запасов углерода в живой фитомассе и первичной продукции на территории тундровой и лесотундровой зон Российской Федерации.



**Рис. 1.** Регионы тундровой зоны России: 1 – Кольский полуостров, 2 – Восточно-Европейская провинция, 3 – Полярный Урал, 4 – Западные о-ва Ледовитого океана, 5 – Западно-Сибирская низменность, 6 – Центральная Сибирь, 7 – Якутская провинция, 8 – Восточные о-ва Ледовитого океана, 9 – Чукотско-Анадырская провинция.

**Таблица 1.** Фитомасса и первичная продукция тундровых и лесотундровых экосистем различных регионов севера России

| Регион                           | Площадь, млн. га | Фитомасса |          | Продукция     |                |
|----------------------------------|------------------|-----------|----------|---------------|----------------|
|                                  |                  | С, т/га   | млн. т С | С, т/га в год | С, млн. т /год |
| Кольский полуостров              | 6.19             | 8.54      | 52.86    | 1.00          | 6.21           |
| Восточно-Европейская провинция   | 27.39            | 14.04     | 384.56   | 1.40          | 38.24          |
| Полярный Урал                    | 3.75             | 5.52      | 20.70    | 0.75          | 2.80           |
| Западные о-ва Ледовитого океана  | 12.53            | 0.91      | 11.37    | 0.20          | 2.56           |
| Западно-Сибирская низменность    | 39.01            | 8.68      | 338.45   | 1.56          | 60.86          |
| Центральная Сибирь               | 91.13            | 9.61      | 876.16   | 1.49          | 135.34         |
| Якутская провинция               | 47.57            | 8.75      | 416.43   | 1.38          | 65.57          |
| Восточные о-ва Ледовитого океана | 4.50             | 2.87      | 12.92    | 0.52          | 2.35           |
| Чукотско-Анадырская провинция    | 51.44            | 12.09     | 621.89   | 1.25          | 64.06          |
| Итого                            | 283.50           | 9.65      | 2735.34  | 1.33          | 377.98         |

**Таблица 2.** Площади и показатели углеродного цикла ландшафтов тундрового и лесотундрового биомов Российского Севера

| Ландшафт                           | Площадь, млн. га | Фитомасса, млн. т С | Продукция, С, млн. т /год |
|------------------------------------|------------------|---------------------|---------------------------|
| Ледники                            | 6.07             | 0.00                | 0.00                      |
| Полярные пустыни                   | 7.74             | 5.49                | 0.84                      |
| Горные полярные пустыни            | 6.58             | 1.45                | 0.09                      |
| Горные тундры                      | 37.27            | 204.51              | 23.42                     |
| Арктические тундры                 | 47.94            | 179.09              | 44.97                     |
| Субарктические южные тундры        | 38.05            | 412.70              | 56.79                     |
| Субарктические типичные тундры     | 45.70            | 431.94              | 76.94                     |
| Европейские и сибирские лесотундры | 33.79            | 779.07              | 60.39                     |
| Дальневосточные типичные тундры    | 20.42            | 291.06              | 31.82                     |
| Дальневосточная лесотундра         | 6.00             | 121.52              | 9.45                      |
| Дальневосточные стланики           | 4.64             | 108.61              | 4.72                      |
| Итого зональных ландшафтов         | 254.20           | 2535.44             | 309.43                    |
| Болота                             | 5.00             | 40.17               | 7.32                      |
| Поймы                              | 24.30            | 159.67              | 61.23                     |

Источником исходной информации служила база литературных данных по фитомассе и продукции тундровых экосистем, включающая сведения по 169 пробным площадям из 73 источников. Для каждой пробной площади в базу были включены данные по надземной и подземной фитомассе, первичной продукции и географические координаты. В качестве географической основы использована компьютерная карта России масштаба 1 : 4 000 000, построенная с использованием пакета картографических программ (IDRISI: A Grid-Based Geographic Analysis System 4.0) и специально разработанного оригинального математического обеспечения ввода и вывода графической информации. Матричной основой для

построения компьютерной карты послужила ландшафтная карта А.Г. Исаченко [1].

Тундровая зона России была разделена на ряд регионов (рис. 1), соответствующих крупным ландшафтным провинциям. Компьютерная карта позволила определить площади отдельных ландшафтов, регионов и тундровой зоны для России в целом. Каждая пробная площадь, включенная в банк данных, была сопоставлена с соответствующим ландшафтом компьютерной карты, после чего путем усреднения получены оценки запасов фитомассы и первичной продукции для каждого из ландшафтов. Далее путем суммирования были получены уточненные оценки полной фитомассы и первичной продукции зоны в целом и отдельных

регионов (табл. 1). Запасы углерода рассчитаны при условии, что в 1 кг сухого органического вещества содержится 0.45 кг углерода [2]. В табл. 2 приведены площади и показатели углеродного цикла по всем ландшафтам тундровой зоны России.

На территории России находится по нашим усредненным оценкам около 1/3 (22 - 35%) от мировой представленности биома, что зависит от включения в рассмотрение интразональных сообществ (болота, пойменные луга) и горных экосистем (горные тундры, альпийские экосистемы, парамо). В узком смысле этот показатель оценен нами как 32%.

Итоговая оценка запасов углерода в живой фитомассе тундровых и лесотундровых экосистем России равна 2735.34 млн. т (2.735 Гт) для площади 283.5 млн. га, или 9.65 т/га. Это количество составляет приблизительно 34.2% от мировых запасов углерода в живой фитомассе этого биома в узком смысле (без альпийских экосистем и парамо) [6].

За исключением гидроморфных биомов (болота занимают 5.0 млн. га или 1.8% от общей площади биома, речные поймы и дельты – 24.3 млн. га или 8.6%), собственно зональные ассоциации занимают 254.2 млн. га с горными тундрами и горными полярными пустынями или 210.35 млн. га без них (табл. 2), что близко к неопубликованной оценке Н.И. Базилевич и Н.Н. Розова – 200 млн. га для зональных тундролесотундровых сообществ бывшего СССР.

Итоговая оценка содержания углерода в ежегодной продукции (377.98 млн. т/год) составляет 35.3% от усредненной оценки для биома в целом – 1070 млн. т/год [4], что соответствует нашим оценкам долевого участия России как по занимаемым площадям, так и по запасам углерода в фи-

томассе. Средний показатель плотности запасов углерода в фитомассе биома по нашим регионам ( $0.965 \text{ кг/м}^2$ ) близок к независимо вычисленному по мировым данным – 0.97 [6]. Оценка средней величины годичной первичной продукции ( $0.133 \text{ кг/м}^2$ ) также близка к общемировой (0.131) [5].

Полученные оценки запасов углерода и интенсивности его круговорота в тундровых и лесотундровых экосистемах России являются одним из этапов уточнения этих величин как в региональном, так и глобальном аспектах и могут быть использованы в качестве эмпирической основы при построении математических моделей регионального и глобального уровня для прогноза влияния климатических изменений на биосферу.

Работа выполнена в рамках проекта 4.3.3 ГНТП 18 “Глобальные изменения природной среды и климата”.

Авторы благодарны сотруднику МГУ В.Н. Носову за большую помощь в математическом обеспечении настоящей работы.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Исаченко А.Г., Шляпникова А.А., Робозерова О.Д., Филипецкая А.З. Ландшафтная карта СССР. М.: ГУГК, 1988.
2. Кобак К.И. Биотические компоненты углеродного цикла. Л.: Гидрометеиздат, 1988. 248 с.
3. Billings W.D. // Quart. Sci. Rev. 1987. V. 6. P. 165 - 177.
4. Bolin B. The Greenhouse Effect, Climate Change, and Ecosystems, SCOPE 29. L.: John Wiley and Sons, 1986. P. 93 - 155.
5. Melillo J.M., McGuire A.D., Kicklighter D.W. et al. // Nature. 1993. V. 363. № 6426. P. 234 - 240.
6. Olson J.S., Watts T.A., Allison L.J. Carbon in Live Vegetation of Major World Ecosystems. Oak Ridge Nat. Lab., ORNL-5862. 1983. 164 p.