

УДК 628.4: 551.588.74: 625.77

## НОВЕЙШИЕ МЕТОДЫ ИНВЕНТАРИЗАЦИИ УГЛЕРОДНЫХ ЕДИНИЦ ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ НА УГЛЕРОДНОЙ БИРЖЕ

**Евгений Валентинович Лебедев**

доктор сельскохозяйственных наук, профессор

proximus77@mail.ru

**Маргарита Александровна Шаланова**

студент

sechenov.182@gmail.com

Нижегородский государственный агротехнологический университет имени Л.Я.

Флорентьева

г. Нижний Новгород, Россия

**Аннотация.** В статье обосновывается возможность расчёта углеродных единиц при помощи методик эколого-физиологического преобразования данных измерительной таксации для последующей реализации на углеродной бирже. Показатели депонирования углерода, рассчитываемые по этим методикам, подтверждаются возрастными изменениями физиологических показателей (чистая продуктивность фотосинтеза, минеральная и биологическая продуктивность) в онтогенезе, что позволяет не только надёжно определять количество депонированного углерода (в том числе, переведённого в углеродные единицы), но и прогнозировать эти показатели на десятки лет вперёд. Использование методик эколого-физиологического преобразования таксационных показателей позволит осуществлять точную инвентаризацию потенциала депонирования углерода древесных насаждений.

**Ключевые слова:** депонирование углерода, углеродные единицы, древесные растения, таксация, экология.

Депонирование углерода в настоящее время приобретает существенное значение для экономики в силу работы добывающей и обрабатывающей промышленности, а также транспортной инфраструктуры и топливно-энергетического комплекса [14]. Лесные экосистемы рассматриваются не только как источник древесных ресурсов, но и как инструмент формирования и оборот углеродных единиц. Изменения в законодательстве и климатической политике привели к тому, что углеродные выбросы перестали быть исключительно объектом штрафных санкций, и приобрели характер экономического актива, создающего возможности для дополнительного дохода. Развитие проектов по депонированию углерода и создание карбоновых ферм открывает возможности для реализации новых рабочих мест, торговли квотами, повышения конкурентоспособности отрасли, а также снижение климатических и финансовых рисков.

Оценка запасов углерода древесных насаждений может быть осуществлена только при наличии сведений о фитомассе деревьев, включая листья, ветви, стволы и корни, то есть надземную и подземную части. Основное количество сведений о фитомассе насаждений получено для надземной части растений таксационными методами [1]. Это связано с тем, что таксация леса проводится для решения производственных задач, в которые крайне редко входит изучение корневых систем. Однако в последнее десятилетие на основе накопленных данных удалось получить показатели общей фитомассы деревьев и связать их с таблицами хода роста. Данные работы проводились В.А. Усольцева с древостоями бореального пояса северной Евразии [13]. Приведенные в его нормативах материалы содержат данные о высоте, диаметре, сумме площадей поперечного сечения, количестве экземпляров запаса стволовой древесины, а также фитомассе стволов, ветвей, листьев и корней. В расчете на гектар по возрастам. Для каждого возраста указано так же количество экземпляров на гектар.

Лебедевскими В.М. и Е.В. были получены данные биологической продуктивности, чистой продуктивности фотосинтеза, депонирования углерода,

а также минеральные продуктивности растений березы белой [2], ели европейской [5], лиственницы сибирской [6, 8, 10], ясеня обыкновенного [3] и липы мелколистной [4] и сосны обыкновенной [7, 9] в условиях северной Евразии на уровне отдельного организма (дерево средней массы).

Было выявлено, что депонирование углерода было максимальным у молодых растений и снижалось с возрастом в силу исчерпания растениями запасов питательных элементов в почве. Одновременно с этим падали показатели фотосинтеза биологической и минеральной продуктивности, а также активной часть корневой системы активно нарастала из-за адаптивной реакции к недостатку элементов питания, чтобы освоить новые горизонты почвы [11].

Показатели депонирования углерода, рассчитываемые по этим методикам, подтверждаются возрастными изменениями физиологических показателей (чистая продуктивность фотосинтеза, минеральная и биологическая продуктивность) в онтогенезе, что позволяет не только надёжно определять количество депонированного углерода (в том числе, переведённого в углеродные единицы), но и прогнозировать эти показатели на десятки лет вперёд. Таким образом, полученные физиологические данные в пределах онтогенеза согласовывались между собой, что позволяет считать показатели депонирования углерода, рассчитанные по методике эколого-физиологического преобразования таксационных показателей корректными.

Указанные методики эколого-физиологического преобразования таксационных данных нами были с успехом апробированы нами в условиях отдельно взятого микрорайона г. Нижний Новгород на объектах городского озеленения, в результате чего были получены данные о накопленных углеродных единицах деревьями исследуемого объекта [11,12].

#### **Список литературы:**

1. Анучин Н.П. Лесная таксация. Учебник для ВУЗов / 5-е издание. М.: Лесная промышленность. 1982. 552 с.

2. Лебедев Е.В. Продуктивность берёзы белой на уровне организма в онтогенезе в Европейской части России // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2012. № 4 (36). С. 18-22.

3. Лебедев Е.В. Биологическая продуктивность и минеральное питание ясеня обыкновенного в условиях северной Европы // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Химия. Биология. Экология. 2012. Т. 12. № 3. С. 93-100.

4. Лебедев Е.В. Продуктивность фотосинтеза и минеральное питание липы мелколистной на уровне организма в онтогенезе в Среднем Поволжье // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Экология и безопасность жизнедеятельности. 2012. № 4. С. 5-10.

5. Лебедев Е.В. Влияние густоты насаждения на минеральное питание и биологическую продуктивность ели европейской в её онтогенезе // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2012. № 6 (38). С. 34-38.

6. Лебедев Е.В. Влияние типа лесорастительных условий на поглотительную деятельность корневой системы и биологическую продуктивность лиственницы сибирской на уровне организма в онтогенезе // Вестник КрасГАУ. 2013. № 1 (76). С. 68-74.

7. Лебедев В.М., Лебедев Е.В. Минеральное питание и биологическая продуктивность сосны обыкновенной в онтогенезе в условиях северной Евразии // Агрехимия. 2013. № 10. С. 20-29.

8. Лебедев В.М., Лебедев Е.В. Количественные показатели функционирования листового аппарата, корневой системы и биологическая продуктивность растений рода *Larix* на уровне организма в онтогенезе в условиях России // Агрехимия. 2014. № 12. С. 31-41.

9. Лебедев, Е.В. Фотосинтез, минеральное питание и биологическая продуктивность древостоев разных бонитетов сосны обыкновенной в республике Беларусь в онтогенезе // Вестник Российского университета дружбы

народов. Серия: Экология и безопасность жизнедеятельности. 2015. №4. С. 37-45.

10. Лебедев В.М., Лебедев Е.В. Функционирование листового аппарата, корневой системы и биологической продуктивности лиственницы сибирской на уровне организма в онтогенезе (на примере лиственничников Архангельской области) // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. 2018. № 3 (363). С. 9-19.

11. Лебедев Е.В. Эколого-физиологические характеристики реакции древесных пород на уровне организма на изменение режима питания // дисс. доктора с.-х. наук / Архангельск, 2020. 368 с.

12. Лебедев Е.В., Николаева С.Н. Определение депонирования углерода и пылезадерживающей способности городских насаждений на примере микрорайона Щербинки II г. Нижнего Новгорода // Вестник Нижегородской государственной сельскохозяйственной академии, № 3 (47) 2025. С. 31-37.

13. Усольцев, В. А. Фитомасса лесов Северной Евразии: нормативы и элементы географии. Екатеринбург: УрО РАН, 2002. 763 с.

14. Шаланова М.А., Лебедев Е.В. Локальные концентрации диоксида углерода в пределах промышленно-логистического района на Юго-Западе Нижегородской области // Вестник Нижегородской государственной сельскохозяйственной академии, № 4 (48) 2025. С. 30-39.

**UDC 628.4: 551.588.74: 625.77**

## **LATEST METHODS OF CARBON UNIT INVENTORY FOR SALE ON THE CARBON EXCHANGE**

**Evgeny V. Lebedev**

doctor of agricultural sciences, professor

proximus77@mail.ru

**Margarita A.I. Shalanova**

student

sechenov.182@gmail.com

Nizhny Novgorod State Agrotechnological University

named after L.Ya. Florentyev

Nizhny Novgorod, Russia

**Abstract.** This article substantiates the feasibility of calculating carbon units using ecological-physiological transformation methods of forest inventory data for subsequent implementation on a carbon exchange. Carbon sequestration indicators calculated using these methods are confirmed by age-related changes in physiological indicators (net photosynthetic productivity, mineral and biological productivity) during ontogenesis, allowing not only to reliably determine the amount of sequestered carbon (including that converted into carbon units) but also to predict these indicators for decades to come. Using ecological-physiological transformation methods of forest inventory indicators will enable an accurate inventory of the carbon sequestration potential of tree stands.

**Keywords:** carbon sequestration, carbon units, woody plants, taxation, ecology.

Статья поступила в редакцию 01.11.2025; одобрена после рецензирования 20.12.2025; принята к публикации 29.12.2025.

The article was submitted 01.11.2025; approved after reviewing 20.12.2025; accepted for publication 29.12.2025.