

ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ ЛЕСОВ И КЛИМАТОРЕГУЛИРУЮЩИЕ ФУНКЦИИ ЛЕСНЫХ ПОЧВ

ЛУКИНА Н.В., ДАНИЛОВА М.А., КУЗНЕЦОВА А.И. БАСОВА Е.В



ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ ЛЕСОВ

Общие положения:

4 категории экосистемных функций/услуг:

1- регулирующие: **регулирование климата**, гидрологического режима;

2- поддерживающие: поддержание местообитаний (биоразнообразие), фотосинтез, почвообразование;

3- обеспечивающие: обеспечение пресной водой, древесными волокнами;

4- культурные: образование, наука, рекреация.

Мультифункциональность всех лесов - все леса выполняют все функции....

НО с разной эффективностью. Актуальной становится функциональная классификация лесов (Лукина и др., 2021), отражающая эффективность выполнения тех или иных экосистемных функций лесами разных таксономических типов.

В этом докладе демонстрируется подход к оценке эффективности выполнения лесами функции регулирования климата через регулирование цикла углерода и воды. Информативными критериями эффективности выполнения функции регулирования цикла углерода являются характеристики качества опада, а именно, отношение C/N и степень насыщенности основаниями опада и др. (Басова и др., 2022) . В докладе затрагиваются вопросы влияния лесов на регулировании круговорота воды.

Демонстрируется роль почв в регулировании этих экосистемных функций лесов, связанных с регулированием климата.

ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ТИПЫ ЛЕСА (ФТЛ): ФУНКЦИЯ РЕГУЛИРОВАНИЯ КЛИМАТА

ФТЛ	Состав древесного яруса	Группы типов леса (по Заугольновой Л.Б.), равнины европейской части России	Типы леса, Северо-Западный Кавказ
A1	преобладают виды лиственных деревьев с быстроразлагаемым опадом*	Березняки мелкотравно-бореальные, неморальные, нитрофильные и мезотрофно-болотные, липовые леса и сероольшанники неморальные и нитрофильные, черноольшанники и ясеневые леса нитрофильные	Грабовые овсяницевые, разнотравные, жимолостно-разнотравные; ольшанники папоротниково-крупнотравные
A2	преобладают виды лиственных деревьев с медленноразлагаемым опадом	Дубовые, осиново-дубовые неморальные и нитрофильные; осиновые бореально-неморальные, неморальные и нитрофильные	Буковые горноовсяницевые, дубово-буковые разнотравные (подмаренниковые)
A3	преобладают виды темнохвойных деревьев	Ельники кустарничково- и мелкотравно-зеленомошные, мелкотравно-бореальные, бореально-неморальные и неморальные; пихто-ельники бореально-неморальные.	Пихтовые кисличные, разнотравные (подмаренниковые), разнотравно-папоротниковые, разнотравно-горноовсяницевые, кислично-мелкотравные; елово-пихтовые кислично-мелкотравные
A4	преобладают виды светлохвойных деревьев	Сосновые леса зеленомошно-лишайниковые, ксерофитно-кустарничково- и мелкотравно-зеленомошные, мелкотравно-бореальные и неморальные, долгомошно-сфагновые	Сосновые леса рододендровые злаковые (вейниковые)
A5	сочетаются** виды темнохвойных и лиственных деревьев с быстроразлагаемым опадом	Еловые леса с липой и клёном неморальные и бореально-неморальные, пихтово-еловые с липой бореально-неморальные, еловые с берёзой кустарничково-зеленомошные, березовые с елью мелкотравно-бореальные и неморальные, липовые с елью неморальные и нитрофильные	Пихтово-грабовые рододендровые, пихтово-грабовые толстостенковые; грабовые с пихтой мелкотравные с малиной

ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ТИПЫ ЛЕСА (ФТЛ): ФУНКЦИЯ РЕГУЛИРОВАНИЯ КЛИМАТА

A6	сочетаются виды темнохвойных и лиственных деревьев с медленноразлагаемым опадом	Дубово-еловые и елово-дубовые неморальные и мелкотравно-бореальные.	Буково-пихтовые толстостенковые, разнотравные, мертвопокровные; пихтово-буковые кислично-мелкотравные
A7	сочетаются виды светлохвойных и лиственных деревьев с быстроразлагаемым опадом	Сосняки с липой неморальные и бореально-неморальные, сосняки с берёзой неморальные и кустарничково-зеленомошные.	Грабово-сосновые рододендрово-овсяницевые.
A8	сочетаются виды светлохвойных и лиственных деревьев с медленноразлагаемым опадом	Сосняки с дубом ксерофитно-зеленомошные, бореально-неморальные; сосняки сложные бореально-неморальные.	Буково-сосновые рододендровые
A9	сочетаются виды лиственных деревьев с медленно- и быстро-разлагаемым опадом	Березово-осиновые с липой, осиновые с липой, вязо-липово-дубовые, липово-дубовые, липово-дубовые с ясенем, дубово-липовые, осиново-липовые неморальные; дубовые с ольхой черной нитрофильные	Грабово-буковые разнотравные, разнотравно-ежевичные; грабово-осиновые разнотравные; осиново-грабовые разнотравные; дубово-грабовые овсяницевые; осиново-грабовые папоротниково-разнотравный, жимолостно-мелкотравные, подмаренниковые; грабовые с примесью осины, бука и ясеня.
AA 10	сочетаются виды темнохвойных и светлохвойных деревьев.	Сосняки с елью ксерофитно-, кустарничково- и мелкотравно-зеленомошные, долгомошно-сфагновые.	Сосняки с пихтой и елью неморально-разнотравные; сосняки с пихтой вейниково-разнотравные

ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ТИПЫ ЛЕСА (ФТЛ): ФУНКЦИЯ РЕГУЛИРОВАНИЯ КЛИМАТА

A11	сочетаются виды темнохвойных и лиственных деревьев с быстро- и медленноразлагаемым опадом	Липово-дубовые с елью, дубово-липовые с елью, еловые леса с липой и дубом неморальные; дубово-еловые с клёном бореально-неморальные.	Буково-пихтово-грабовые жимолостно-разнотравные.
A12	сочетаются виды темнохвойных, светлохвойных и лиственных деревьев с быстроразлагаемым опадом	Сосняки с елью и берёзой кустарничково-зеленомошные, ксеромезофильно-травяные, мелкотравно-бореальные	Сосняки с елью, пихтой и берёзой вейниковые
A13	сочетаются виды темнохвойных, светлохвойных и лиственных деревьев с медленноразлагаемым опадом	Сосняки с осиной и елью кустарничково-зеленомошные, ельники с сосной и дубом (осиной) мелкотравно-зеленомошные	Сосново-осиново-пихтовые вейниковые; сосняки с елью, пихтой и осиной бобово-разнотравные; сосняки с пихтой и буком рододендрово-мертвопокровные
A14	сочетаются виды светлохвойных и лиственных деревьев с быстро- и медленноразлагаемым опадом	Сосняки сложные бореально-неморальные, сосняки с берёзой и осиной кустарничково-зеленомошные.	Сосново-буково-грабовые ожиновые
A15	сочетаются виды светлохвойных, темнохвойных и лиственных деревьев с быстро- и медленноразлагаемым опадом	Сосновые с елью (с примесью березы, липы и дуба) ксеромезофильно-травяные, еловые с сосной (с берёзой и осиной, дубом) мелкотравно-бореальные	?

РОЛЬ ЛЕСНЫХ ПОЧВ В ВЫПОЛНЕНИИ ЛЕСАМИ ФУНКЦИИ РЕГУЛИРОВАНИЯ КЛИМАТА

Лесные почвы играют огромную роль в регулировании климата лесными экосистемами:

- **формирование цикла углерода и азота;**
- **формирование цикла воды.**

Цикл углерода. По расчетам ИГКЭ имени Ю.А. Израэля, вклад почв в нетто-поглощение углекислого газа с учетом подстилки варьирует от 11 % в лесах особо охраняемых природных территорий до 15 % в эксплуатационных и защитных лесах и достигает 39 % в резервных лесах. Высокая продукция наземного и подземного опада. Больше продукции опада корней только в степях (черноземы, гумус до 10 %, мощность до 1-1.5 м).

Вклад лесных почв в запасы углерода особенно ярко проявляется в старовозрастных лесах.

СТАРОВОЗРАСТНЫЕ ЛЕСА РОССИИ



ПЛОЩАДЬ СТАРОВОЗРАСТНЫХ ЛЕСОВ И ЗАПАСЫ УГЛЕРОДА ПО ФОРМАЦИЯМ

Формация лесов	Общий запас С, млн т	Удельный запас С, т/га	Площадь, млн га
Сосновая	600.24	43.35	13.85
Еловая	247.83	49.79	4.98
Пихтовая	0.90	95.42	0.01
Лиственничная	3752.44	51.30	73.15
Кедровая (кедр сибирский)	10.67	56.53	0.19
Дубовая	38.91	105.91	0.37
Буковая	3.26	119.43	0.03
Березовая (береза каменная)	0.14	41.29	0.003
Березовая	16.30	45.93	0.35
Осиновая	0.23	57.89	0.004
Липовая	0.11	52.60	0.002
Кленовая	0.002	131.46	0.00002
Лиственничное редколесье	2596.19	37.90	68.51
Кедровый стланик	57.53	41.41	1.39
Лиственные кустарники	1.96	35.26	0.06

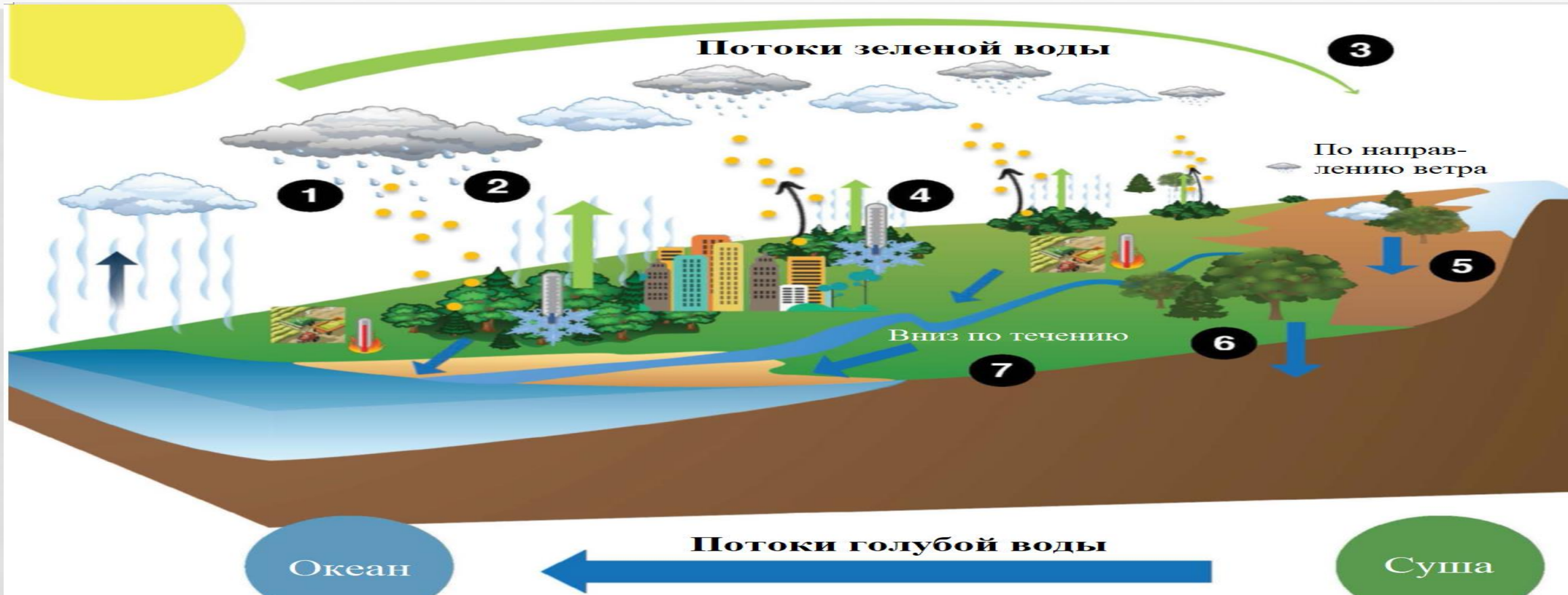
СТАРОВОЗРАСТНЫЕ ЛЕСА И ПОЧВЫ

- Секвестрированный углерод запасается в живых тканях растений и медленно разлагающемся органическом веществе почв, включая подстилку. Согласно данным ФАО (FAO, 2020), в мире насчитывается не менее **1.11 млрд га** так называемых первичных лесов, то есть 27% от общей площади лесов мира, которая составляет 4.06 млрд га. Более половины (61%) первичных лесов мира приходится в совокупности на три страны: Бразилию, Канаду и Россию. Дискуссия в Nature (Zhou et al., 2006. Luysaert et al., 2008; Gundersen et al., 2021). По оценкам С. Люиссарта с соавторами, леса бореальной и умеренной зон Северного полушария (6×10^8 га, то есть около половины первичных лесов, большая часть которых находится в России и Канаде) поглощают в среднем около 1.3 гигатонн углерода в год.
- Анализ проведенных П. Гундерсеном с соавторами данных показывает, что старовозрастные леса продолжают накапливать углерод, хотя и не с такой высокой скоростью, как показано в работе С. Люиссарта с соавторами (1.6 ± 0.6 Мг С га⁻¹ год⁻¹ против 2.4 ± 0.8 Мг С га⁻¹ год⁻¹).

СТАРОВОЗРАСТНЫЕ ЛЕСА И ПОЧВЫ

Один из основных аргументов против высоких оценок в работе С. Люиссарта с соавторами, который приводится в статье П. Гундерсена с соавторами, – это стехиометрические соотношения между углеродом (С) и азотом (N). Как известно, эти элементы тесно связаны между собой в органическом веществе, а соотношения между ними являются тканеспецифичными. Ссылаясь на исследование 2006 г. Ф. Дэнтенера с соавторами (Dentener et al., 2006), согласно результатам которого в большинстве регионов мира выпадения азота из атмосферы не превышают **10 кг га⁻¹ год⁻¹**, П. Гундерсен с соавторами заключают, что поддержание такого высокого уровня поглощения углерода старовозрастными лесами, установленного в работе С. Люиссарта с соавторами, невозможно, поскольку для этого необходимо около 50 кг N га⁻¹ год⁻¹. Однако в работе Ю. Янга с соавторами (Yang et al., 2011) на основе анализа результатов более сотни исследований показано, что леса в ходе развития обладают способностью по мере возрастания пула углерода одновременно накапливать в живой фитомассе, опаде и **подстилке** более 22 кг N га⁻¹ год⁻¹.

РОЛЬ ЛЕСОВ В СОХРАНЕНИИ БАЛАНСА МЕЖДУ ПОТОКАМИ ЗЕЛЕННОЙ И ГОЛУБОЙ ВОДЫ



- 1 Рециклинг осадков в региональном и континентальном масштабах
- 2 Триггеры влажности и осадков биологического происхождения
- 3 Перенос атмосферной влаги
- 4 Нагревание и охлаждение в локальном и глобальном масштабах

- 5 Перехват тумана/облаков
- 6 Инфильтрация и пополнение грунтовых вод
- 7 Защита от наводнений

ЛЕСНЫЕ ПОЧВЫ И ЦИКЛ ВОДЫ

- Лесные почвы эффективно впитывают атмосферные осадки.
- На лугу или на пашне/в поле по поверхности стекает 60 процентов воды, а в лесном насаждении всего 7–8 процентов.
- Лесные почвы являются резервуаром для воды. Благодаря развитой корневой системе деревьев и функционированию почвенных животных, прежде всего, дождевых червей, в лесах происходит эффективная инфильтрация воды в лесных почвах, что способствует сохранению воды в почвах и пополнению грунтовых вод.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Леса мультифункциональны, они одновременно выполняют все экосистемные функции.

Для выполнения функций лесов как регуляторов круговорота углерода и воды необходимо восстановление и сохранение лесного покрова. Особое значение имеют старовозрастные леса.

Для адаптации к изменению климата необходимы системы поддержки принятия решений в лесном хозяйстве для климатически оптимизированного управления циклом углерода и воды.

Для создания систем принятия решений необходимо развитие функциональной классификации лесов на основе созданной системы **интегрированного** (учитывающего циклы углерода и воды) **мониторинга** на территории нашей страны.

A photograph of a forest scene. On the right side, there is a large, thick tree trunk with rough, textured bark. In the center-left, a young spruce sapling stands upright. The background is filled with various green plants, including ferns and broad-leafed vegetation, and some thin, bare branches. The lighting is natural, suggesting a forest environment. Overlaid on the lower part of the image is the text "Благодарю за внимание" in a bright yellow, bold font.

Благодарю за внимание