

Седьмая Национальная научная конференция с международным участием
«Математическое моделирование в экологии» (ЭкоМатМод–2021)
9–12 ноября 2021 г



Всегда ли искусственное лесовосстановление может быть лесоклиматическим проектом?

Коротков В.Н.

Институт глобального климата и экологии имени академика Ю.А. Израэля

Шанин В.Н., Фролов П.В.

Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения Российской академии наук – обособленного подразделения Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального исследовательского центра «Пушинский научный центр биологических исследований Российской академии наук»

Введение

- 21 января 2020 года Всемирный экономический форум в Давосе (Швейцария) запустил инициативу по посадке на Земле одного триллиона деревьев, в частности, в период объявленного ООН Десятилетия восстановления экосистем (2021-2030 годы)
<https://www.1t.org/>
- Всегда ли и насколько полезна эта инициатива в условиях России?
- 1t: посадочное дело или полезная инициатива? -
<http://www.forestforum.ru/viewtopic.php?t=24154>
- Посадки деревьев бывают разными:
 - **лесовосстановление (reforestation)** – новый лес сажается на месте старого после вырубki или пожара – рассматривается в этом докладе
 - **лесоразведение (afforestation)** – лес сажается на новом месте, где в обозримом прошлом никакого леса не было



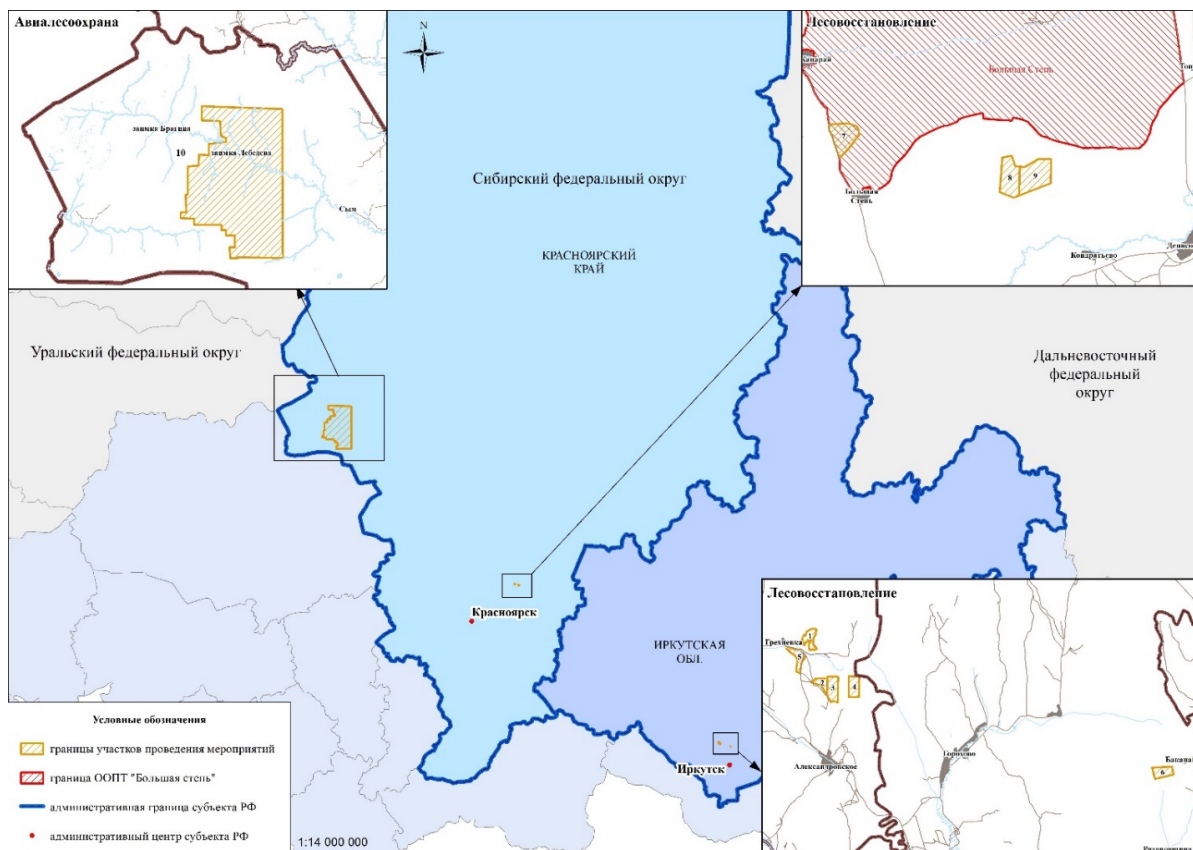
Фото А.Ю. Ярошенко

Проблемы искусственного лесовосстановления

- Чаще всего на месте вырубок, гарей, погибших древостоев создаются монокультуры ели или сосны без примеси широколиственных пород или формируются мелколиственные леса с доминированием березы и/или осины.
- Без рубок ухода – бесполезная трата денег, формирование мелколиственных лесов
- Ставка на создание лесных монокультур на обширных территориях имеет негативные последствия:
 - снижение биоразнообразия (генетическое, видовое, экосистемное)
 - возрастание риска повреждения культур в результате вспышек размножения патогенных микроорганизмов и насекомых-фитофагов,
 - снижение почвозащитных и водоохраных функций (Воронцов, 1978; Гримальский и др., 1981; Стороженко и др., 1992; Восточноевропейские..., 2004; Gamfeldt et al., 2013 и др.)
 - Повышение пожарной опасности (в случае монокультур сосны)
- Действующие лесохозяйственные нормативы не благоприятствуют восстановлению устойчивых разновозрастных смешанных лесов зонального типа.

Проект ОК РУСАЛ «Под зеленым крылом» (2019-2020 гг.)

<https://rusal.ru/sustainability/environmental-protection/green-million/>



- В марте 2019 года РУСАЛ объявил о старте глобальной экологической программы, которая предусматривает посадку 1 миллиона деревьев, а также ряд других лесовосстановительных мероприятий.
- РУСАЛ присоединился к программе ООН, предусматривающей восстановление к 2030 году 350 миллионов гектаров леса по всему миру.
- Лесовосстановление проведено на 6 участках в Иркутской области и 3 участках в Красноярском крае общей площадью 273 га, посажено 1 112 040 семян сосны.

Исходные данные

- Проекты лесных культур на каждый участок, в которых приведена информация о его состоянии, способах подготовки почвы, технологии посадки, схеме размещения лесных культур
 - Создание монокультур сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) (густота посадки 4-4,2 тыс. шт. на 1 га) на месте гарей 2014-2018 гг. с предварительной расчисткой территории от подроста и сухостоя и нарезкой борозд
- Результаты выборочной оценки состояния лесных культур и естественного возобновления (2021 г.)
- Объемы сжигаемого ископаемого топлива при подготовке участков.
- Начальные характеристики пулов органического вещества почвы и азота были оценены по данным монографии [Моделирование..., 2007] с корректировкой по Единому государственному реестру почвенных ресурсов России (<http://egrpr.soil.msu.ru/index.php>), данные по содержанию С – на основе анализа почв.
- Исходный сценарий метеорологических условий для моделирования был получен на основе данных с географически ближайших метеостанций (по данным ВНИИ гидрометеорологической информации – Мировом центре данных (ВНИИГМИ-МЦД) Росгидромета

Методика

- Запасы фитомассы культур сосны и мелколиственных насаждений с шагом в один год рассчитаны на основе полных таблиц биологической продуктивности (Швиденко и др., 2008) с учетом бонитета и полноты лесных насаждений в местах реализации проекта ОК РУСАЛ по лесовосстановлению.
- Для прогнозных оценок запасов углерода в подстилке и почве использовалась комбинация моделей динамики органического вещества почвы Romul_Hum [Komarov et al., 2017; Chertov et al., 2017] и почвенного климата SCLISS [Быховец и др., 2002].
- Проектами лесных культур предусмотрена предварительная расчистка площади от подроста малоценных пород. Для оценки потерь С, связанного с удалением подроста, были использованы аллометрические уравнения (Уткин и др., 1996).
- Оценка выброса парниковых газов от автомобильной и внедорожной техники, задействованных при расчистке участков и подготовке почвы под лесные культуры, проводилась согласно руководящим указаниям МГЭИК (МГЭИК, 2006) на основе данных по потребленному топливу.

Ключевые характеристики лесных климатических проектов

Дополнительность

- Дополнительность требует, чтобы при реализации лесного проекта происходило бы поглощение большего количества углерода, чем без его реализации (базовая линия).
- Проект должен продемонстрировать, что дополнительное связывание углерода не произошло бы без разработки проекта.

Постоянство

- Постоянство требует, чтобы результаты проекта по удалению парниковых газов сохранялись длительное время (до 100 лет).
- Чтобы продемонстрировать постоянство, каждый проект должен проходить стороннюю проверку отчетов об инвентаризации и периодическое посещение объекта в течение срока действия проекта.

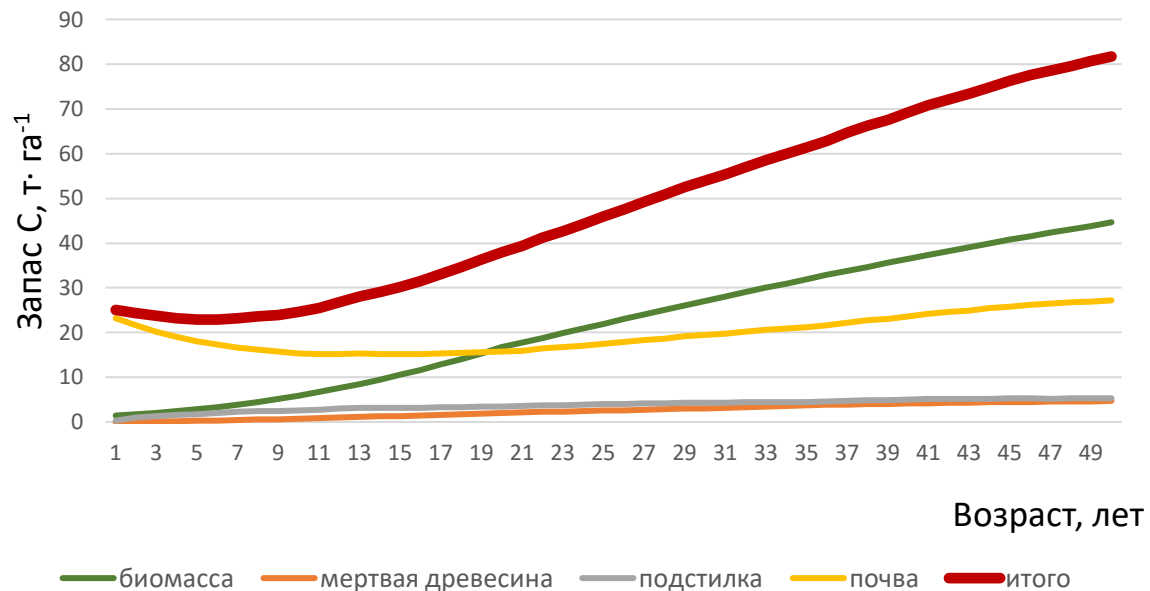
Отсутствие утечки

- Утечка из углеродных проектов происходит, когда сокращение выбросов ПГ в одном месте приводит к непреднамеренному увеличению выбросов ПГ в другом месте.
- Операторы проекта должны продемонстрировать, что их проект не вызывает чрезмерных утечек, по существу сводя на нет увеличение поглощения парниковых газов из своего проекта.

Результаты моделирования – оценка накопления углерода с возрастом насаждений (на примере участков в Дзержинском лесничестве Красноярского края)

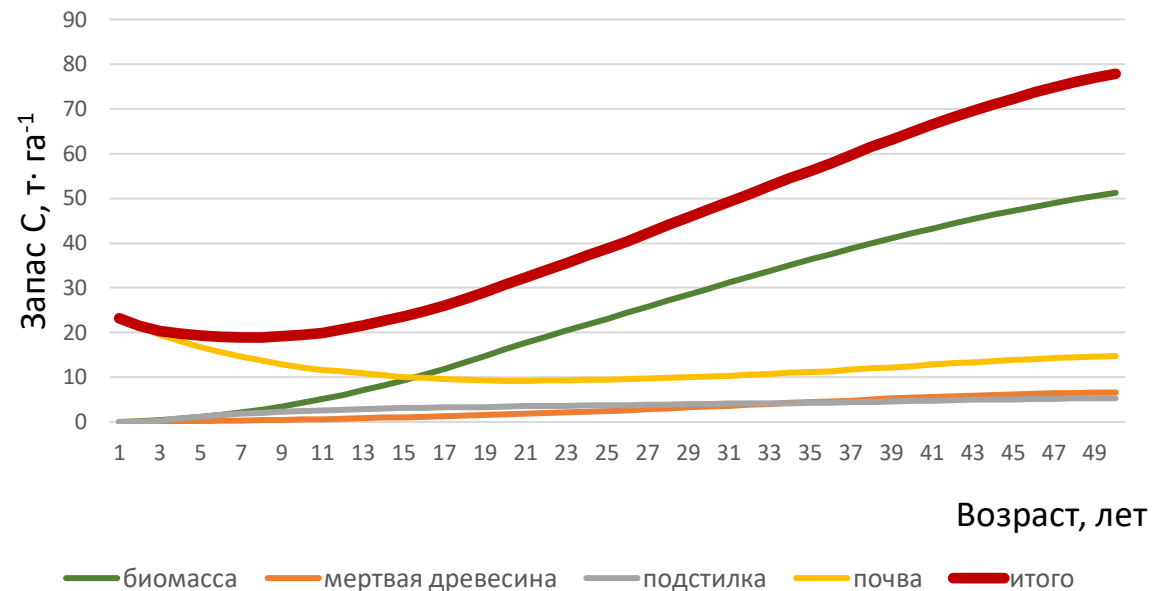
Результаты для построения базовой линии (без реализации проекта)

Мелколиственное насаждение

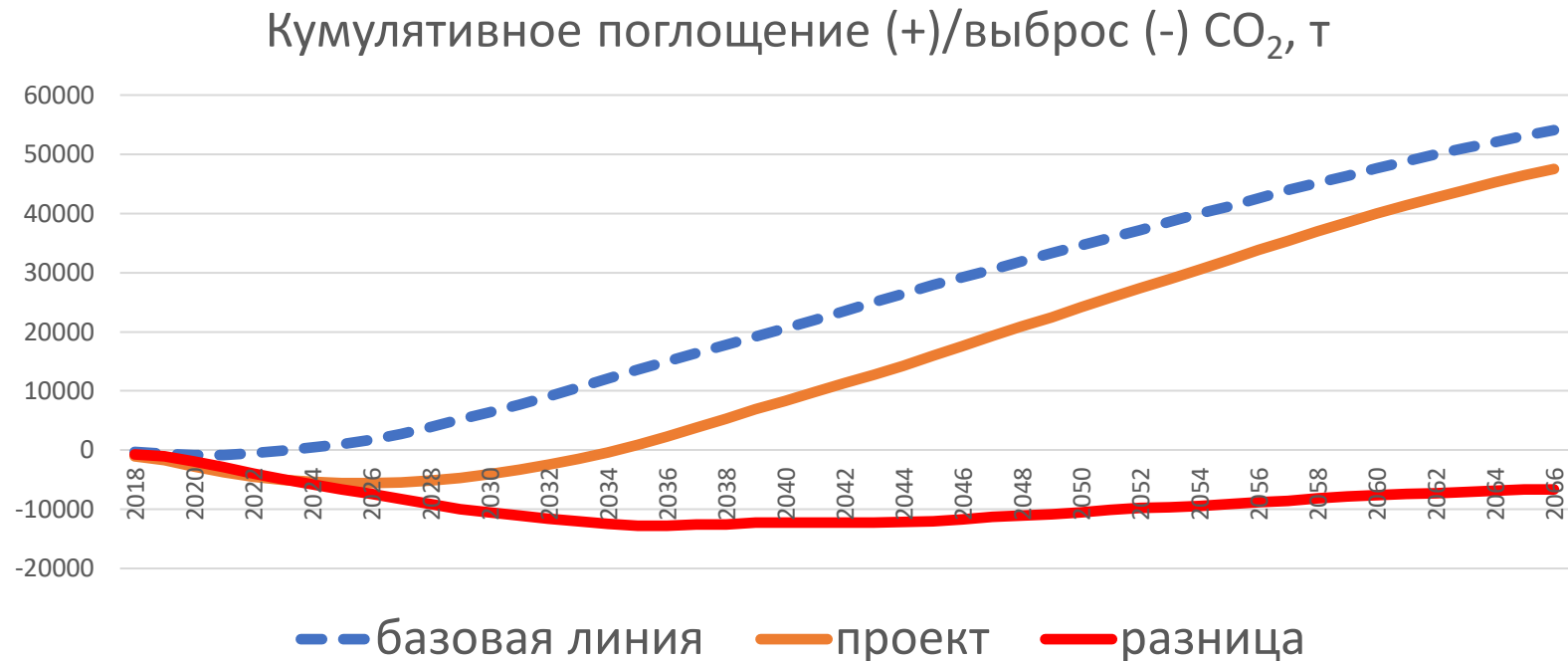


Результаты проектной деятельности

Культуры сосны



Результаты проекта по лесовосстановлению в Красноярском крае и Иркутской области (общая площадь – 273 га)



- Прогноз кумулятивного нетто-поглощения диоксида углерода на территории проектов в результате проектной деятельности, отсутствия проекта (базовый уровень), величины антропогенного суммарного нетто-выброса CO₂ по разнице достигнутого уровня поглощения и базового уровня.

Недостатки проекта по лесовосстановлению в Красноярском крае и Иркутской области



Участок лесовосстановления в Оёкской даче (Гороховское участковое лесничество Иркутского лесничества). Сеянцы сосны высажены осенью 2020 г. Май 2021 г.



Погибшие в результате лесного пожара культуры сосны (~30-летнего возраста) в Дзержинском лесничестве Красноярского края (не относится к проекту РУСАЛ)

- Проектная деятельность не приводит к дополнительному поглощению CO₂ по сравнению с естественным возобновлением – **несоответствие принципу дополнительности**
- Создание монокультур сосны, отличающихся высокой пожарной опасностью - **риск непостоянства**
- Высокая стоимость (расчистка, подготовка почвы, посадка + уход + дополнение культур ~ 20 млн р. на 1 га)
- Уничтожение подроста и сильное нарушение почвенного покрова
- Высокие риски повреждения пожарами и гибели культур, что приведет к необходимости засчитывать не поглощение, а выбросы парниковых газов
- Снижение биоразнообразия
- Потери, а не накопление углерода в почве в сосновых культурах

граб	дуб	сосна	дуб	граб
липа	листвен- ница	граб	листвен- ница	липа
дуб	сосна	дуб	сосна	дуб
листвен- ница	клен	граб	липа	листвен- ница
граб	дуб	сосна	дуб	граб

Для целей лесоклиматических проектов необходимо разрабатывать специальные проекты лесных культур

- Использование достижений математического моделирования (например, модели EFIMOD, FORRUS, ROMUL, CO2-fix и др.) для прогнозирования и выбора оптимального сценария лесовосстановления
- Создание смешанных культур. Нет – рядовому смешению, да – полишахматному или кулисному смешению.
- Введение растений, имеющих способность к симбиотической азотфиксации (бобовые, ольха)
- Рекомендуется посадка саженцами с закрытой корневой системой
- Обязательный уход



Устойчивое лесопользование. 2016. № 3 (47)

http://www.wwf.ru/resources/publ/magazines/forest_mag/doc2502/page1

Заключение

- Использование методов математического моделирования очень перспективно:
 - для прогнозирования результатов проектной деятельности
 - для построения базовой линии
 - для выбора оптимального сценария лесовосстановления
- Лесовосстановление важно для воспроизводства ценных лесных ресурсов, но может не иметь отношения к лесоклиматическим проектам.
- Проблема с реализацией принципа дополнительности. Накопление углерода лесными культурами может быть меньше по сравнению с естественным возобновлением.
- Высокий риск непостоянства (посадка леса без последующего ухода и защиты от разнообразных неблагоприятных воздействий обычно не дает никаких результатов, риск повреждения пожарами в случае монокультур сосны).



Спасибо за внимание!