

ОТЗЫВ

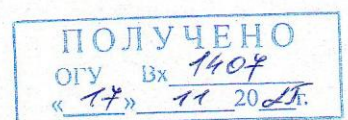
официального оппонента Моисеева Павла Александровича на диссертационную работу Туктамышева Ильшата Ринатовича на тему «Эколого-биологические аспекты формирования лесных экосистем на неиспользуемых пашнях Башкирского Предуралья», представленную к защите в диссертационный совет при ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет» на соискание ученой степени кандидата биологических наук по специальности 1.5.15. Экология (биологические науки).

Актуальность темы.

Спад сельскохозяйственного производства России в 1990-е годы, привёл к сокращению площади используемых пастбищ, пашен и сенокосов. По расчетам некоторых экспертов Республика Башкортостан (РБ) по размерам залежных земель с естественным лесовозобновлением занимает первое место по Российской Федерации (РФ). В абсолютных цифрах это составляет несколько миллионов гектар: неиспользуемых более 20 лет – около 1 млн га, а более 8 лет – 3.3 млн га. В последние десятилетия на многих из них сформировались полноценные лесные насаждения, но до сих пор до конца не изучено, то как это происходило и к чему приведет в ближайшие годы в различных природных зонах Башкирского Предуралья. Хотя значительная часть заросших земель уже не может быть в будущем использована для ведения сельхоз работ, но часть из них могут быть востребованы для плантационного лесоводства, создания защитных лесонасаждений и карбоновых ферм, в результате чего увеличится секвестрация углерода в фитомассе древостоев и почве. По этой причине, изучение эколого-биологических аспектов формирования лесных экосистем на заброшенных сельхоз угодьях имеют высокую актуальность, как для Урала, так и России в целом.

Целью работы стало выявление закономерностей формирования лесных экосистем на неиспользуемых пахотных землях Башкирского Предуралья.

Работа была выполнена при финансовой поддержке гранта РНФ № 22-24-00186, Гранта Министерства образования и науки Республики Башкортостан НОЦ-РМГ-2022 «Создание методологических основ оценки баланса парниковых



газов и определения потенциала депонирования углерода в экосистемах» и Государственного задания Министерства науки и высшего образования РФ «Программа создания и функционирования карбонового полигона на территории Республики Башкортостан «Евразийский карбоновый полигон».

Научная новизна исследований заключается в том, что впервые были установлены причины различия состава древостоев на зарастающих лесом пашнях в широколиственно-лесной и лесостепной зонах Башкирском Предуралье. Разработаны дистанционные методы анализа текущих и ретроспективных значений покрытия крон деревьев, а также их биомассы и содержания в ней углерода. Показано, что на распространение березняков на заброшенных пашнях влияют совпадение или несовпадение направления разноса семян с направлением ветров в период рассеивания семян, высота деревьев-источников семян и выпас скота. Выявлено, что содержание углерода в древесине стволов березы на залежах в Башкирском Предуралье близко к аналогичным данным, полученным для гемибореальной зоны Прибалтики. Показано, что особенности депонирования углерода древостоем и почвой в зависимости от типа почв.

Научная и теоретическая значимость работы.

Результаты анализа пространственно-временной структуры древостоев при зарастании заброшенных пашен позволяют выявить причины возникновения мозаики различной густоты и покрытия формируемых лесных насаждений и прогнозировать зарастание новых заброшенных сельскохозяйственных земель и ход лесовосстановительной сукцессии на них в зависимости от удаленности участков от источников семян и локальных особенностей местообитаний. Разработанные методы дистанционной оценки фитомассы древостоев на залежах, а также запаса в ней углерода, позволили установить, что быстро зарастающие лесом участки заброшенных пашен являются эффективными естественными резервуарами для накопления углерода. Заложены модельные опыты по использованию березняков на залежах для создания карбоновых ферм. По результатам диссертационных исследований опубликованы «Методические рекомендации по оценке депонирования углерода репрезентативными экосистемами Республики Башкортостан».

Обоснованность основных научных положений диссертации и достоверность полученных результатов, выводов и предложений состоит в том,

что Туктамышев И.Р. в ходе выполнения работы, хорошо проанализировав литературу по теме диссертационного исследования, применил современные методы исследования, собрал значительный объем материала, провел их статистический анализ (в том числе моделирование с использованием регрессионного анализа и валидации моделей), что позволило получить достоверные результаты, а также представить логичные, хорошо аргументированные и научно обоснованные выводы. Теоретическая и практическая обоснованность представленных положений и выводов подтверждена их апробацией в ходе выступлений на конференциях различного уровня.

Оценка содержания, завершенность работы и качество её исполнения.

Структура диссертации отвечает требованиям, предъявляемым к данным работам. Диссертация состоит из введения, обзора литературы по теме исследований, главы с описанием материалов и методов исследования, пяти глав с результатами исследования, выводов, списка литературы и приложения. Работа выполнена на 149 страницах машинописного текста, включает 24 рисунка и 39 таблиц. Список цитируемой литературы включает 221 источник, из них 185 на иностранном языке.

Все исследования, проведенные Туктамышевым И.Р., выполнены на высоком методическом и научном уровне.

Введение отражает цели и задачи работы, включает в себя научные положения, представляемые на защиту. Качественно проведенная оценка полученных результатов дала возможность обосновать Туктамышеву И.Р. научную новизну и подтвердить практическую и теоретическую значимость работы и положений, выносимых на защиту.

Обзор современных публикаций по теме исследования, а именно о причинах прекращения использования пахотных земель в России и в мире, о методах и результатах исследования пространственных закономерностей формирования растительности на заброшенных пашнях, о подходах к дальнейшему использованию зарастающих пашен в России и в мире, а также о повышении эффективности депонирования углерода древесной растительностью на залежах, позволяет говорить об умении соискателя выполнять поиск и систематизацию литературных данных. Всё это позволило получить представление о существующем положении в

отечественной и мировой науке по теме исследований.

В главе «Материалы и методы» дана характеристика объектов исследования, включая климат, рельеф, почвы и растительность. Также подробно описаны методы выявления заброшенных пахотных угодий, анализа рельефа и распространения типов почв, выделения стадий зарастания залежей древесной растительностью, оценки надземной биомассы древостоев и живого напочвенного покрова, мортмассы и корневой биомассы, определения типа почвы и анализа содержания в ней углерода, дистанционной оценки характеристик древостоя, анализа зависимости биомассы и запасов углерода в древостое от их характеристик и пространственно-временных закономерностей зарастания неиспользуемой пашни древесной растительностью. Автор подробно оформила все ссылки на методики, используемые в работе, подробно описала и логически обосновала используемые статистические методы.

Основной раздел диссертации «Результаты собственных исследований» представлен в пяти главах.

В главе 3 оцениваются изменения структуры сельскохозяйственного землепользования и делается заключение, что с середины 1990-х годов на модельных территориях в широколиственно-лесной («Мишкинская») и лесостепной зонах («Белебеевская») Предуралья площадь пашни сократилась на 72 и 64 % соответственно, а доля залежей, зарастающих древесной растительностью, примерно одинакова – чуть более половины заброшенных площадей. На МТ «Мишкинская» выше доля сенокосов на заброшенных землях, тогда как на МТ «Белебеевская» пашни не используются как пастбища; часть залежей занята лесными культурами, карьерами щебня и повторно распахана после раскорчёвки.

В главе 4 описывается разработка методов дистанционной оценки надземной биомассы древесного яруса и содержания в ней углерода. В процессе разработки построено 8 моделей регрессионной зависимости фитомассы стволовой древесины с ветвями и фитомассы листьев березняков от характеристик древостоя, рассчитанных по LiDAR-съемке. При этом значения коэффициентов корреляции нелинейных уравнений почти во всех случаях превышают 0,90, но наиболее высокие значения этого параметра найдены с произведением количества

деревьев на их среднюю высоту. С использованием найденных в ходе исследований коэффициентов пересчета запасов фитомассы на количество углерода в древесине и листьях, рассчитаны общие запасы углерода в березняках, формирующихся на заброшенных пашнях в широколиственно-лесной зоне РБ. При этом ошибка оценки запасов в древостоях с проективным покрытием более 30% в возрасте 9-20 лет составляет от 7,9. до 21,4%, а в старше 20 лет – от 0,2 до 6,8 %.

Также в этой главе приводятся результаты ретроспективной оценки проективного покрытия древостоя ППК. Для этого на 189 пробных площадях 30×30 м с доминированием березы и на 170 с доминированием сосны в полевых условиях были получены данные о проективном покрытии крон ППК, составе древостоя и высоте деревьев. Было рассчитано несколько уравнений регрессии для зависимости ППК от значений яркости различных частей красного спектра (RED, NIR, SWIR), а также относительного нормализованного индекса лесного снега (NDFSИ) в этих квадратах полигона по восьми снимкам спутников Landsat 8 и Sentinel-2 на разные даты зимы и ранней весны 2020-2022 года. Наилучший результат показал расчет по красному каналу (RED) ранневесенних снимков (апреля 2021 и марта 2022). При этом значения коэффициентов корреляции уравнений почти во всех случаях равно -0,90 для березы и -0,97 для сосны.

В главе 5 приводятся результаты исследования закономерностей формирования древесной растительности на залежах в РБ. Анализ значений яркости красного канала спутниковых снимков, сделанных в период после 1985 года, показал, что формирование древостоев на залежах на модельной территории в широколиственно-лесной зоне началось в 1999-2002 гг., а в лесостепной зоне – в 2000-2010 гг. В качестве источников семян (ИС) в широколиственно-лесной зоне в большинстве случаев выступали посадки березы (лесополосы), поэтому ею заросли 95 % залежей (большой частью до 4-5 стадий) и редко сосной, вблизи сосновых насаждений. В лесостепной зоне посадки сосны имеют большее распространение. В связи с этим наблюдается зарастание заброшенных полей сосной, а монодоминантные сосняки составляют 52% от общей площади бывшей пашни. Смешанные сосново-березовые древостои занимают 47% от общей площади зарастающих полей. Сосна отличается от березы более медленным ростом, поэтому

в этой зоне встречаются сосняки только 1-3 стадий зарастания залежей. Локальные засухи в лесостепной зоне часто сопровождаются низовыми пожарами, способствующими больше естественному возобновлению сосны, чем березы.

В широколиственно-лесной зоне протяженность на пробных площадях ПП от источников семян до противоположного края на 4 районах составляла от 391 м до 776 м. В период рассеивания семян березы (июль-сентябрь) преобладали западные и северо-западные ветра. Направление разноса семян не совпадало с преобладающими направлениями ветров на всех 4 пробных площадях. В лесостепной зоне протяженность ПП от источников семян до противоположного края составляла от 540 до 912 м. Направление преобладающих ветров в период распространения семян совпадала на двух ПП. В результате исследований установлено, что на распространение березняков на заброшенных пахотных землях в широколиственно-лесной зоне Предуралья влияют несколько переменных окружающей среды: совпадение направления преобладающих ветров с направлением разноса семян, высота деревьев – источников семян, а также выпас скота. В целом, выявлены две зависимости между выживаемостью сеянцев и расстоянием до семенных деревьев: (1) перенос семян и плотность сеянцев уменьшаются с увеличением расстояния от семенного дерева и (2) вероятность выживаемости семян/саженцев увеличивается из-за снижения конкуренции. Совпадение направления преобладающих ветров с направлением распространения семян у сосны играло меньшую роль чем у березы, что связано с большей массой семян у сосны по сравнению с семенами березы.

В главе 6 оценены запасы фитомассы и углерода в растительности на залежах модельных территорий. Установлено, что запасы надземной фитомассы травяного яруса залежей в широколиственно-лесной зоне сильно зависят от типа залежной растительности, а на пятой стадии зарастания запасы фитомассы древесного яруса в ходе лесовосстановительной сукцессии увеличивались до 2450,23 ц/га. Содержание углерода в надземной фитомассе древесного яруса березняков составляло от 48,7% до 49,5%, а в надземной фитомассе их травянистого яруса – от 39,2% до 43,3%. Отмечается, что содержание углерода в древесине березы на залежах в Башкирском Предуралье близко к аналогичным данным, полученным для березняков в гемибореальной зоне Прибалтики.

В ходе исследований установлено, что содержание углерода в серой лесной почве в ходе лесовосстановления за 25 лет увеличилось почти в два раза, достигая 4,4% на 5 стадии зарастания. На всех сукцессионных стадиях содержание углерода в темно-серой лесной почве было в 1,5–2,5 раза выше, чем в серой лесной почве и в ходе лесовосстановления статистически достоверно увеличивалось только на пятой стадии. Общий запас депонированного углерода в растительности всех типов залежей в широколиственно-лесной зоне РБ составил 122,9 тыс. тонн С, а средняя скорость секвестрации углерода в древостое березы за 25 лет составляет 2,7 т/га/год. Таким образом показано, что залежи с массовым лесовозобновлением являются эффективными естественными резервуарами для накопления углерода.

В главе 7 произведена оценка перспективы дальнейшего использования залежной растительности. Она показала, что так как в лесостепной зоне доля естественных пастбищ выше вследствие холмисто-увалистого рельефа, травянистую растительность залежей на склонах целесообразно использовать в качестве сенокосов, а на выровненных участках – раскорчевывать и повторно распахать для посевов многолетних трав или зерновых культур. В широколиственно-лесной зоне березняки, произрастающие на залежах с более бедными серыми лесными почвами, в среднем, имеют возраст около 24 лет, и приближаются к возрасту рубок (40-60 лет). Древесина березы здесь может быть использована не только в качестве топлива, но и при производстве фанеры, ДСП и т.д. Быстрорастущие деревья березы, могут способствовать как высокому производству древесной биомассы, так и увеличению запасов органического углерода в почве за относительно короткий период времени.

Для разработки и апробирования методик увеличения секвестрационного потенциала березняков, находящихся на 4-5 стадии лесовосстановления, создана модельная карбоновая ферма площадью 89,34 га в Караидельском районе РБ в 7,4 км к востоку от с. Малонакаряково, в пределах которой заложены 15 круговых пробных площадей диаметром 30 м, на которых описаны таксационные характеристики древостоев и начаты опыты по использованию различных концентраций удобрений (от 50 до 150 кг/га) и прореживанию загущенного древостоя (до 800 и 1000 шт./га).

Соответствие содержания автореферата диссертации, уровень отражения полученных результатов в печати.

Текст автореферата соответствует основному содержанию диссертации.

Основные результаты, изложенные в диссертационной работе, нашли свое отражение в 11 печатных работах, среди них - 3 публикации в журналах, индексируемых в системе международного цитирования Web of Science и Scopus, 3 - в рецензируемых журналах, рекомендуемых Перечнем ВАК РФ для публикации результатов диссертационных исследований.

Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертации.

Результаты этой работы могут быть использованы при создании учебных курсов экологического направления и расчетах изменения запасов углерода наземными экосистемами на локальном и в региональном уровнях.

Достоинства и недостатки в содержании и оформлении диссертации.

В разделе 2.2.4 главы «Материалы и методы» указывается, что «для оценки массы живых деревьев и сухостоя проводился полный пересчет деревьев по ступеням толщины 2 см на уровне груди (DBH, т.е. высота 1,3 м над землей)». Тогда возникает вопрос, как производилась оценка для древостоев на Стадии зарастания I, где согласно таблицы 2.2 высота деревьев на Стадии зарастания I у березы 0,5-1,5 м и у сосны 0,2-0,5 м.?

В этом же разделе написано, что «возраст более взрослого древостоя (старше 15-20 лет) определялся путем отбора кернов в соответствии со стандартной дендрохронологической методикой (Корчагин, 1960)». Но в списке литературы нет этой публикации и поэтому сложно сделать вывод о том, как определялся возраст у взрослых деревьев. Почему не использовали ссылки на современные публикации? Исходя из это возникает вопрос: действительно ли, что за последние 60 лет прогресса в этих методах вообще не наблюдалось? Дело в том, что раньше при определении возраста, да и во многих случаях сейчас, не учитывалось сколько дерево росло до высоты отбора керна, а это может составлять 5-20 лет. Для древостоев с возрастом 100-300 лет, эта поправка не столь важна, как в случаи молодых древостоев (максимальный 40 лет), к которым относятся объекты исследований по теме диссертации, а это заметно занижает реальный средний возраст древостоев.

Также в этом разделе указано, что «для оценки запасов древесины использовался метод модельного дерева (Тишин, 2015)». Но в списке литературы мы находим, что эта ссылка на учебно-методическое пособие «Дендрэкология (методика древесно-кольцевого анализа)», касается лишь дендрохронологических

методов (сбора материала, измерения годовичных колец деревьев и выявление факторов, влияющих на радиальный рост деревьев), а не методов оценки запасов древесины. Поэтому даже прочитав статью Fedorov et al., 2023, на которую также есть ссылка в последующей части текста остается не ясно как оценивались запасы древесины.

В разделе 2.2.9. детально описаны методы оценки характеристик древостоев с использованием результатов лазерного сканирования при помощи размещенного на борту БПЛА DJI Matrice 300 RTK камеры Zenmuse L1 LiDAR. Безусловно разрешение полученных растровых покрытий в 4 см в пикселе позволяет с относительно высокой степенью точности определять высоты стволов, диаметры, площади проекций и объемы крон деревьев, но не их фитомассу. Для расчетов запасов фитомассы отдельных деревьев и древостоев в целом необходимо разработать на основе эмпирических данных регрессионные уравнения аллометрических зависимостей между этими параметрами и фитомассой отдельных деревьев. Поэтому хотелось бы понять, как на основе полученных характеристик древостоев были рассчитаны запасы их фитомассы. Тем более, что в таблице 4.3 есть части, где приведены данные, как по запасам углерода в надземной биомассе древесного яруса по традиционным полевым измерениям и запасам углерода в надземной биомассе древесного яруса по данным LiDAR.

Замечания, сделанные в отзыве, вызваны, прежде всего, желанием обратить внимание И.Р. Туктамышева на вопросы, которые могут стать предметом дальнейших исследований или анализов.

Заключение

Считаю, что диссертация Туктамышева Ильшата Ринатовича на тему «Эколого-биологические аспекты формирования лесных экосистем на неиспользуемых пашнях Башкирского Предуралья» представляет собой законченную научно-квалификационную работу, в которой на основании проведенных соискателем исследований содержится решение актуальных задач, что имеет теоретическое и практическое значение. Диссертация соответствует критериям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, установленным пп. 9-14

13.11.2025z.