

Отзыв

официального оппонента на диссертацию Николаева Антона Александровича «Пространственно-временная динамика состояния лесных насаждений в конце XX - начале XXI века на территории, прилегающей к Первоуральско-Ревдинскому промышленному узлу», представленную на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук по специальности 4.1.6 Лесоведение, лесоводство, лесные культуры, агролесомелиорация, озеленение, лесная пирология и таксация

Актуальность избранной темы. В последние десятилетия данные дистанционного зондирования земли стали широко применяться для оценки состояния различных категорий земель и прогнозирования изменения их состояния под воздействием природно-климатических или антропогенных факторов. Особенно актуален этот вопрос для труднодоступных лесных массивов и при оценке изменения состояния древостоев за длительный период. Кроме того, данные дистанционного зондирования позволяют проводить оценку состояния лесных насаждений на обширных площадях за короткий промежуток времени. На сегодняшний день разработано много различных индексов, на основе которых можно проводить оценку состояния того или иного объекта, однако их применимость в значительной степени зависит от региона проводимых исследований и климатических факторов. Данный комплекс проблем требует обоснованного подбора методов оценки состояния древостоев для каждого лесорастительного района, что и составляет актуальность рассматриваемой диссертационной работы.

Научная новизна работы. Впервые для территории, прилегающей к Первоуральско-Ревдинскому промышленному узлу, исследованы пространственные закономерности распределения снежного покрова, уровней кислотности и фитотоксичности снеговой воды, а также пространственно-временная динамика состояния древостоев лесных насаждений за 30-летний период в зонах с разными уровнями аэропромышленного загрязнения с использованием данных дистанционного зондирования, в том числе в условиях сокращения выбросов в атмосферу поллютантов медеплавильного производства.

Практическая значимость работы. Разработанная методика оценки пространственно-временной динамики лесных насаждений с использованием индекса влажности EWDI, рассчитываемого на основе данных спутниковой съемки Landsat TM, может быть использована при создании систем экологического мониторинга лесов, находящихся в условиях загрязнения атмосферы выбросами промышленных предприятий цветной металлургии. Разработанные картосхемы могут быть использованы для организации лесохозяйственной деятельности в части проведения мероприятий, направленных на улучшение санитарного состояния лесных насаждений.

Структура, объем и содержание диссертации. Диссертация состоит из введения, 4 глав, заключения, списка литературы, включающего 176 источников, в том числе 63 на иностранном языке, текст диссертации изложен на 186 страницах, содержит 12 таблиц, 28 рисунков, 35 приложений.

Во «**Введении**» (стр. 4-10) представлены и обоснованы актуальность темы, степень разработанности, цель и задачи исследования, научная новизна, теоретическая и практическая значимость, методология и методы исследований, положения, выносимые на защиту, обоснованность и достоверность результатов исследования, апробация результатов, публикации по материалам исследований, личный вклад автора, структура и объем диссертации, место выполнения работы, благодарности.

Цель работы – исследование пространственно-временной динамики состояния лесных насаждений на территории, прилегающей к Первоуральско-Ревдинскому промышленному узлу в конце XX – начале XXI веков с использованием данных дистанционного зондирования, наземных наблюдений и материалов государственной инвентаризации лесов.

Решались следующие задачи:

1. Провести анализ состояния лесных насаждений на основе данных комплексной оценки состояния сосновых древостоев по их морфометрическим характеристикам и антропогенных ландшафтов с использованием открытых картографических данных.
2. Провести снегомерные измерения в районе исследований и оценить степень загрязнения

снеговой воды в условиях после сокращения выбросов Среднеуральского медеплавильного завода с использованием методов оценки фитотоксичности и кислотности.

3. Провести анализ взаимосвязи спектральных характеристик космических снимков и результатов количественной комплексной оценки состояния сосновых древостоев на основе данных наземных измерений морфометрических характеристик деревьев на пробных площадях.

4. Провести анализ пространственно-временной динамики состояния лесных насаждений района исследований с преобладанием в их составе пяти основных лесообразующих древесных пород с 1990 по 2020 годы с использованием данных космической съемки разных лет и материалов лесоустройства.

Положения, выносимые на защиту:

1. Усовершенствованный индекс влажности EWDI позволяет адекватно оценить состояние древостоев, находящихся в условиях воздействия загрязнения атмосферы промышленными выбросами медеплавильного производства.

2. Уровни кислотности и фитотоксичности снеговой воды после снижения выбросов медеплавильного производства в атмосферу свидетельствуют о том, что значения показателей в импактной зоне вокруг Среднеуральского медеплавильного завода соответствуют значениям кислотности и фитотоксичности в фоновой зоне.

3. Картограмма антропогенных ландшафтов и состояния лесных насаждений, созданная с использованием картографических данных и результатов комплексной оценки состояния древостоев на пробных площадях, позволяет комплексно оценить характер и уровень воздействия комплекса антропогенных факторов на экосистемы на разных участках исследуемой территории.

4. Установлена тенденция улучшения состояния лесных насаждений, расположенных на разном удалении от Среднеуральского медеплавильного завода, за период с 1990 по 2020 годы. Картограммы состояния лесных насаждений, созданные на основе усовершенствованного индекса влажности EWDI, позволяют оценить пространственные закономерности изменения их состояния за исследуемый период.

Личный вклад автора. Автор принимал непосредственное участие в постановке цели и задач исследования, разработке программы и обосновании методики проведения работ, выполнении снегомерных измерений и сборе образцов снега, создании картограммы антропогенных ландшафтов и состояния древостоев района исследований. Также автором проведена обработка и дешифрирование цифровых космических снимков, проведен анализ закономерностей изменения состояния лесных насаждений в районе исследований за период с 1990 по 2020 годы. Автором выполнены статистическая обработка полученных данных, анализ и обобщение полученных результатов.

Публикации по материалам исследований. По материалам диссертации опубликовано 14 научных работ, в том числе 4 в рецензируемых журналах из списка, рекомендованного ВАК, 10 – в сборниках материалов научно-практических конференций.

В Главе 1 «**Состояние проблемы дешифрирования космических снимков для целей лесоустройства и оценки состояния лесных насаждений**» (стр. 11-75) изложена история развития и области применения дистанционного зондирования Земли, рассмотрены факторы, влияющие на результаты дешифрирования аэрокосмических снимков и особенности использования космических снимков при учете лесного фонда для целей лесоустройства, даны обзор систем дистанционного зондирования и технологии и методики обработки современных космических снимков, рассмотрены классификация изображений и особенности дешифрирования растительного покрова с использованием данных дистанционного зондирования, а также использования спектральных индексов при исследовании лесных насаждений и оценки состояния древесной растительности с использованием данных дистанционного зондирования. Глава, по сути, представляет из себя «Обзор литературы».

В Главе 2 «**Объекты и методика исследований**» (стр. 76-91) дана характеристика района исследований, описаны программа работ и методики исследований (проведение снегомерной съемки и сбора проб снега, определение фитотоксичности и кислотности снеговой воды, анализ данных метеонаблюдений, создание картограммы антропогенных ландшафтов и состояния лесов района исследований, обработка космических снимков, анализ пространственно-временной динамики лесных насаждений с использованием данных дистанционного зондирования), а также характеристика экспериментальных объектов и объем выполненных работ.

Главы 3-4 представляют результаты собственных исследований соискателя.

Глава 3 «Состояние лесных насаждений на территории, прилегающей к Первоуральско-Ревдинскому узлу в 1990-х – начале 2000-х годов» (стр. 92-107). Выполнено зонирование района исследований по состоянию древостоев с помощью метода пространственной интерполяции «кригинг» и дана оценка изменения состояния древостоев в зависимости от их удалённости от СУМЗа. Разработана картосхема антропогенных ландшафтов и состояния древостоев на основе оценки состояния сосновых молодняков. Дан анализ количества осадков, выпавших в зимний период года на 13 метеостанциях в разные годы в интервале с 1960-х до начала 2000-х годов. Представлены картосхема, характеризующая глубину снежного покрова в разных точках района исследований за 2010 год и результаты исследования значений рН и фитотоксичности талой воды из проб снега. Показано, что значений рН и фитотоксичности характеризуются мозаичностью распределения по территории района исследования, однако в районе СУМЗа эти показатели находятся в норме и не превышают фоновых значений. Причину автор видит в характере продвижения воздушных масс с запада на восток и особенностях рельефа, формирующих неоднородность перераспределения как осадков, так и загрязняющих веществ, что образовало зону с более высоким уровнем антропогенной нагрузки в восточной части района исследований.

Глава 4 «Пространственно-временная динамика состояния лесных насаждений в районе исследований в конце XX – начале XXI века» (стр. 108-127). Выявлена линейная зависимость между значениями обобщенного показателя состояния древостоев и индексом EWDI, а также тесная корреляционная связь (-0,911 на уровне значимости менее 0,05) и высокий коэффициент детерминации (0,83) между переменными этих показателей. Улучшение состояния характеризуется увеличением значений обобщенного показателя состояния и, соответственно, уменьшением значений индекса EWDI. Показана лабильность индекса EWDI под влиянием климатических факторов – влажности, наличия облачности или дымки, температуры воздуха. Сравнение индекса EWDI на контрольной и импактной пробных площадях за период с 1990 по 2020 гг. показало, что в контроле этот показатель незначительно увеличился в сторону ухудшения состояния древостоя, в то время как в импактной зоне за 30 лет он снизился более чем в два раза в сторону улучшения состояния древостоев. Кроме того, по мере приближения от фоновой зоны к импактной значения индекса EWDI снижаются, что свидетельствует об улучшении состояния древостоев. Данные тенденции прослеживаются для всех исследованных древесных видов (сосна, береза, ель, пихта, осина). На основе пространственного размещения насаждений и их состояния даны средневзвешенные таксационные характеристики древостоев для каждого исследованного древесного вида. Показана динамика изменения площадей насаждений по значениям индекса EWDI по состоянию на 1996 и 2020 гг., из которой видно, что значительное улучшение состояния сосновых древостоев произошло на 23,5% от общей площади сосняков, у берёзы – на 26,4% от общей площади березняков, у ели – 21,4% от общей площади ельников, у пихты – 27,3% от общей площади пихтачей, у осины – 59,9% от общей площади осинников.

Заключение (стр. 128-130) представляет собой информацию, резюмирующую результаты комплекса выполненных исследований. В целом содержание Заключения согласуется с поставленными в работе задачами и основными положениями, выносимыми на защиту.

Список литературы (стр. 131-150) включает основные публикации отечественных и зарубежных авторов по теме исследования.

В целом нужно отметить, что выполненная работа содержит новые научные сведения и существенное практическое значение. Однако, по диссертационной работе имеются следующие **замечания и вопросы**:

1. Глава 1 «Состояние проблемы дешифрирования космических снимков для целей лесоустройства и оценки состояния лесных насаждений» изобилует широким кругом технических подробностей о космических спутниковых системах, которые (подробности) не имеют прямого отношения к теме диссертации. Встречаются частые повторения одних и тех же положений, иной раз без изменения формулировок. В названии главы фраза «проблемы дешифрирования» не совсем удачная, так как в главе рассмотрены сплошные преимущества, а проблем как таковых не показано.

2. В главах 3 и 4 текст с результатами собственных исследований изобилует абзацами, описывающими методы исследований, которые следовало бы отразить в соответствующей для них Главе 2.

3. На рисунках 3.2, 3.8, 3.10 и 3.11 на наш взгляд совершенно не хватает розы ветров района исследований, которая внесла бы большую ясность в наблюдаемые результаты исследований. Низкий балл состояния древостоев вдоль восточной границы, объясняемый соискателем негативным влиянием города Екатеринбурга (рисунок 3.2), тенденция снижения глубины снежного покрова с запада на восток (рисунок 3.8), отсутствие кислотности и фитотоксичности талой воды вокруг СУМЗа и увеличение кислотности и фитотоксичности талой воды в восточной и юго-восточной частях района исследований (рисунки 3.10 и 3.11), объясняемые соискателем дополнительными источниками загрязнения (автотранспорт и селитебные зоны, включающие небольшие предприятия), могут объясняться также и переносом воздушных масс, если на эти рисунки наложить розу ветров.

4. В главе 3.2. «Пространственные закономерности распределения осадков района исследований» на странице 98 в последнем абзаце даётся пояснение к рисункам 3.5-3.7. Автор утверждает, что: «Анализ данных на рисунках 3.5-3.7 свидетельствует о сокращении количества осадков». Однако сами рисунки говорят об обратном. Прежде всего, правая ось ординат, обозначающая количество осадков в миллиметрах, на всех графиках имеет разную размерность – 20-80 миллиметров с шагом 10 миллиметров, 30-140 с шагом 10, 0-140 с шагом 20, 50-190 с шагом 20, 0-250 с шагом 50, 30-120 с шагом 10, из-за чего собственно и складывается ощущение снижения осадков. На самом же деле в точке метеостанции «Ревда» осадки составляют в 1967 году ~40 миллиметров, в 1975 году ~63, в 1980 году ~50, в 1990 году ~93, в 2000 году ~110 и в 2004 году ~63. Аналогичные тенденции на метеостанциях «Дружинино» и «Екатеринбург». Таким образом, наблюдается не снижение, а рост количества осадков и их цикличность. Соответственно и вывод автора, что: «Эта закономерность обусловлена преобладающим движением воздушных масс с запада на восток, по ходу движения которых встречается преграда в виде Уральского хребта», следует пересмотреть.

5. В главе 4 приведены рисунок 4.2 и таблица 4.2 к которым в тексте диссертации отсутствует обсуждение какие результаты и закономерности мы на них видим.

6. В таблице 4.1 даётся сравнение индекса EWDI за 1996 год с обобщённым показателем состояния лесных насаждений за 1999 год. Насколько корректно сравнение данных с разницей в три года?

7. Автор декларирует, что улучшение состояния древостоев в районе исследований началось с 2010 года, когда была проведена модернизация очистных систем СУМЗа, однако на рисунке 4.3 мы видим поступательное улучшение состояния древостоев за весь период исследований начиная с 1990 года с резким скачком ухудшения состояния именно в год модернизации 2010-ый. Чем объясняются наблюдаемые изменения?

8. На рисунке 4.6 явная путаница между легендой и описанием легенды в названии рисунка и в абзаце текста диссертации к этому рисунку – скорее всего ПП-4 является импактной, а ПП-9 контрольной.

9. На наш взгляд в рукописи отсутствует чёткое обоснование почему для оценки состояния древостоев взят усовершенствованный индекс влажности EWDI. Оценка транспирации и эвапотранспирации косвенным образом может служить критерием состояния древостоев исходя из соображения, что чем хуже состояние – тем меньше транспирация, однако существуют индексы, которые более приближены к отражению состояния растительности, например тот же NDVI. С другой стороны, высокие коэффициенты корреляции (-0,91) детерминации (0,83) между индексом EWDI и обобщённым показателем состояния сосновых древостоев на рисунке 4.2 свидетельствует о высокой доле объяснённой дисперсии между переменными этих показателей, что в свою очередь может послужить обоснованием применения данного индекса.

10. В тексте встречаются орфографические и пунктуационные ошибки, а также опечатки.

Следует отметить, что вопросы и замечания ни в коей мере не ставят под сомнение выводы, полученные соискателем, равно как и не умаляют значимость полученных результатов исследования.

Вместе с тем к автору **имеется вопрос**: исследование проведено в условиях полиметаллического загрязнения медеплавильного завода, а насколько применим индекс EWDI для других типов загрязнения, например для нефтехимического или в условиях горнодобывающей промышленности?

