



**Уральский  
федеральный  
университет**

имени первого Президента  
России Б.Н.Ельцина

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования «Уральский федеральный университет  
имени первого Президента России Б.Н. Ельцина» (УрФУ)

ул. Мира, 19, Екатеринбург, 620062, тел.: +7 (343) 375-45-07  
контакт-центр: +7 (343) 375-44-44, 8-800-100-50-44 (звонок бесплатный)  
e-mail: rector@urfu.ru, www.urfu.ru  
ОКПО 02069208, ОГРН 1026604939855, ИНН/КПП 6660003190/667001001

11.02.2025 № 01.09-04/12  
На № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_



УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по науке УрФУ

А.В. Германенко

### ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина» 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 темы диссертационной работы.

Связана с необходимостью оценки степени негативного воздействия антропогенных факторов на лесные экосистемы с помощью дистанционных методов по комплексу таксационных и биофизических параметров древостоев. Не вызывает сомнения, что данные дистанционного зондирования позволяют проводить оценку состояния лесных насаждений на обширных по площади территориях и снизить затраты ресурсов и времени на обследования по сравнению с затратами на проведение наземных обследований. При этом дистанционные методы оценки степени воздействия промышленных загрязнений на состояние древостоев в настоящее время недостаточно разработаны и масштабно не применяются.

Автор подчеркивает, что несмотря на значительный объем проведенных работ по изучению состояния лесных насаждений по их спектральным характеристикам, тем не менее до сих пор отклик спектральной отражательной способности насаждений от их морфометрических характеристик в районах действия аэропромышленных загрязнений, включая исследования пространственно-временной динамики состояния лесных насаждений на относительно больших интервалах времени, остается не до конца изученным.

### **Научная новизна исследований.**

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

### **Цели и задачи исследования.**

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

Для достижения цели были поставлены 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 лесобразующих древесных пород с 1990 по 2020 годы с использованием данных космической съемки разных лет и материалов лесоустройства.

### **Теоретическая и практическая значимость работы.**

В ходе работы получены данные, позволяющие оценить скорость восстановительных процессов в лесных сообществах после существенного уменьшения выбросов медеплавильного производства. Кроме того, разработана методика пространственно-временной динамики лесных насаждений на основе данных спутниковой съемки, которая в дальнейшем может быть использована при создании систем дистанционного экологического мониторинга лесов.

### **Анализ глав и разделов диссертации.**

Во введении (стр. 4-10) отражены актуальность исследований, степень разработанности темы исследований, цели и задачи, научная новизна, теоретическая и практическая значимость работы, положения, выносимы на защиту. Кратко описаны методология и методы исследований. Приведены сведения об апробации результатов, публикациях и личного вклада автора, структуре работы, месте ее выполнения.

В главе 1 «Состояние проблемы дешифрирования космических снимков для целей лесоустройства и оценки состояния лесных насаждений» (стр. 11-69) приведены



общие сведения об истории и развитии представлений о дистанционном развитии Земли. В главе приводятся основные сведения о типах электромагнитных волн, их взаимодействии с атмосферой, об отражательной способности земной поверхности в разных спектрах излучения. Приводятся сведения о текстуре лесных насаждений. Автор подробно рассматривает возможности применения ГИС-технологий для картирования лесной растительности, для получения лесоводственно-таксационных характеристик лесных насаждений, выявления динамики лесного покрова и прогнозирования изменений его состояния. Дается оценка развитию методологических подходов к оценке состояния лесов методами дистанционного зондирования, они анализируются с точки зрения выполнения разных целей и задач лесоустройства. Дается обзор систем дистанционного зондирования различных типов космических аппаратов, приведены подробные технические характеристики космических аппаратов и их сенсоров, используемых для оценки состояния лесных насаждений, приводится анализ их возможностей, описываются возможности дальнейшей обработки, улучшения и классификации картографических изображений под конкретные задачи. Анализируются особенности растительного покрова с точки зрения его отражательной способности в разных спектрах при сочетаниях различных факторов, приводится понятие спектрального индекса. В конце главы приводится перечень задач в лесоустройстве и в смежных областях, которые могут быть решены методами дистанционного зондирования.

**В главе 2 «Объекты и методы исследований»** (стр. 76-91) приводится физико-географическая характеристика района исследования, а также приводится анализ объемов выбросов предприятий, входящих в область исследований. Там же приведена программа исследований по теме диссертации, методика исследований и объем полученных данных, кроме того – приведен анализ метеоданных.

**Глава 3 «Состояние лесных насаждений на территории, прилегающей к Первоуральско-Ревдинскому узлу в 1990-х – начале 2000-х годов»** (стр. 92-107) дает общее представление о лесных насаждениях района исследования и их экологического состояния на основе сравнения биометрических данных, данных биоиндикации и содержания меди в почвах, которые показали их тесную взаимосвязь. Приводится анализ сравнения количества выпавших осадков, выпавших зимних осадков, мощности снежного покрова в зависимости от высоты над уровнем моря вдоль меридионального градиента, показавшего весьма тесную взаимосвязь этих показателей – очевидно уменьшение величины осадков, и особенно – мощности снегового покрова, в восточном направлении, что создает пространственно-временную неоднородность в распределении загрязнений. Оцениваются также величины рН и токсичности снеговой воды.

**В главе 4 «Пространственно-временная динамика состояния лесных насаждений в районе исследований в конце XX – начале XXI века»** (стр. 108-127) приводятся исследования динамики экологического состояния лесных насаждений, основанных на спектральных характеристиках лесного полога в зоне аэропромышленного загрязнения с использованием цифровых космических снимков за период с 1988 по 2020 г. приведены наиболее важные, на наш взгляд, результаты работы. Они наглядно показывают тесную отрицательную корреляционную связь между показателем усовершенствованного индекса влажности EWDI и состоянием древостоев разных насаждений. В первой части главы приводятся таблицы сравнения усовершенствованного индекса влажности (EWDI) и обобщенного балла лесных насаждений (ОПС) по результатам исследований пробных

площадей, при этом сравниваются данные временного промежутка с 1990 по 2020 гг. Анализируется возможное мешающее влияние погодных факторов, для чего приводится анализ динамики метеопоказателей за тот период. Приводится анализ динамики индекса EWDI на контрольной и импактной зонах пробных площадей, убедительно показывающий связь изучаемого индекса именно с состоянием древостоев, вне существенной зависимости от других факторов. В таблицах 4.3, 4.4., а также в приложениях 2, 4, 6 приведены таблицы, показывающие статистические показатели усовершенствованного индекса влажности для сосновых, березовых, еловых, пихтовых, осиновых насаждений выбранного участка исследований в диапазоне с 1990 по 2020 гг., рисунки 4.7, 4.8, приложения 3, 5, 7 наглядно иллюстрируют уменьшение средних показателей изучаемого индекса за этот период по всем типам насаждений. Особенно интересны и наглядные картосхемы, иллюстрирующие описываемое в тексте пространственное распределение показателя EWDI в разные временные промежутки, на рисунках 4.9-4.12 и в приложениях 8-33. Их можно считать основным результатом работы.

В разделе **Заключение** на стр. 128-130 тезисно приводятся основные результаты работы. Подчеркивается, что установлен достоверно высокий уровень линейной зависимости между данными наземных измерений морфометрических характеристик деревьев на пробных площадях и усовершенствованного индекса влажности EWDI, что позволяет адекватно оценить состояние древостоев, находящихся в условиях загрязнения атмосферы промышленными выбросами. Установлена тенденция улучшения состояния лесных насаждений основных лесобразующих пород, расположенных в зоне влияния СУМЗа, за период с 1990 по 2020 гг., что наглядно иллюстрирует предлагаемый индекс EWDI. Выявленные закономерности позволяют использовать разработанную в ходе исследования методику создания систем экологического мониторинга больших площадей на основе данных дистанционного зондирования Земли (ДДЗ).

Раздел **Литература** (стр. 131-150) включает 176 источников, упомянутых в тексте, в том числе 63 на иностранном языке.

Диссертация заканчивается разделом **Приложения** (стр. 151-186), включающим 35 таблиц и рисунков.

#### **Вопросы и замечания:**

1. На стр. 20 фраза «Благодаря своей способности проникать в некоторые материалы инфракрасное излучение позволяет обнаруживать объекты, скрытые под землей, водой и другими объектами» не совсем корректна и требует пояснений.
2. На стр. 51 утверждение «Спутниковые снимки позволяют получить полный обзор территории независимо от погодных условий» справедливо для спутниковых снимков далеко не во всех спектральных диапазонах и требует пояснений.
3. На стр. 79 в подписи к рисунку 2.2 вместо «черной меди» следует писать «черновой меди».
4. На рисунках 4.3, 4.6-4.8 иллюстрирующих динамику изменения индекса EWDI полезно было бы показать величину ошибки метода расчета индекса EWDI.
5. На рисунках 4.4, 4.5, иллюстрирующих динамику изменения метеопоказателей по годам, хотелось бы для наглядности видеть линию тренда.



6. Основной оцениваемый по данным ДЗЗ в работе параметр древостоев – это «рассчитанный на основе комплекса морфометрических характеристик древостоев обобщенный показатель состояния (ОПС)». В работе на стр. 109 есть ссылка на источник. По-видимому – данный показатель не является общепризнанным. Несмотря на это, каких-либо пояснений, хотя бы кратких, по его составу и расчету, нет, хотелось бы их услышать.

#### **Общее заключение.**

Представленная работа является самостоятельным и законченным научным исследованием по проблеме оценки степени негативного воздействия антропогенных факторов на лесные экосистемы с помощью дистанционных методов по комплексу таксационных и биофизических параметров древостоев. Предложенный автором метод использования усовершенствованного индекса влажности (EWDI) для качественной оценки динамики состояния лесных сообществ несомненно является серьезным шагом в направлении усовершенствования и автоматизации экологического контроля в лесопользовании. Значительная часть исследований проведена лично автором, но основная заслуга автора заключается в умелом использовании обширного накопленного материала наземных исследований для их верификации данными дистанционного зондирования. Все полученные результаты демонстрируют высокую степень подготовки автора как специалиста.

Диссертация написана грамотным профессиональным языком, логично и полностью отражает суть работы. Особенно хочется подчеркнуть логичность и последовательность изложения материала. В диссертации практически не встречается каких-либо ошибок или опечаток. Необходимо отметить качественные и отражающие суть полученных закономерностей рисунки. Представленные выводы конкретны и соответствуют содержанию проведенных исследований, и отражают научную новизну работы.

На основании анализа диссертации можно сделать вывод о том, что она соответствует требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а соискатель **Николаев Антон Александрович** заслуживает присуждения ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук по специальности 4.1.6 Лесоведение, лесоводство, лесные культуры, агролесомелиорация, озеленение, лесная пирология и таксация.

Отзыв рассмотрен и одобрен на заседании Департамента наук о Земле и о космосе Института естественных наук и математики Уральского федерального университета им. первого Президента России Б.Н. Ельцина. Протокол заседания № 2 от 11.02.2025.

Директор  
Департамента наук о земле и о Космосе,  
канд. биол. наук доцент



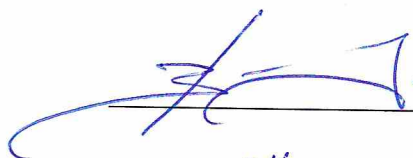
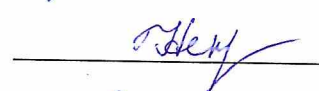
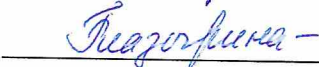
Т.А. Радченко

Отзыв подготовили:

Валдайских Виктор Владимирович, кандидат биологических наук (03.00.16 – Экология), директор ботанического сада Института естественных наук и математики Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»

Некрасова Ольга Анатольевна – доцент, кандидат биологических наук (специальность 03.02.13 – почвоведение), доцент департамента наук о Земле и о космосе Института естественных наук и математики Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»

Глазырина Маргарита Александровна – кандидат биологических наук (03.00.16 – экология, 03.00.05 – ботаника), доцент по специальности «Экология», старший научный сотрудник лаборатории антропогенной динамики экосистем Института естественных наук и математики, Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»

 В.В. Валдайских  
 О.А. Некрасова  
 М.А. Глазырина

620000, Екатеринбург, ул. Мира, 19,  
ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет  
имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»  
тел. (343) 375-45-07; 375-46-09,  
e-mail: rector@urfu.ru ; http: www.urfu.ru

ПОДПИСЬ  
ЗАВЕРЯЮ.

УЧЕНЫЙ СЕКРЕТАРЬ УРФУ  
МОРОЗОВА В.А.