

УДК 630*587.5

ОБУЧЕНИЕ СТУДЕНТОВ ИСПОЛЬЗОВАНИЮ АЭРОКОСМИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ ПРИ РЕШЕНИИ ЗАДАЧ В ЛЕСНОМ ХОЗЯЙСТВЕ

О. С. Ожич, А. А. Пушкин

Белорусский государственный технологический университет, Минск

Рассмотрены современные подходы к обучению студентов лесохозяйственных специальностей навыкам интерпретации и использования аэрокосмических материалов при решении производственных и научных задач в лесном хозяйстве. Представлен опыт реализации учебных курсов и практик в Белорусском государственном технологическом университете (БГТУ). Подчеркнута значимость интеграции дистанционного зондирования Земли, геоинформационных систем и цифровых технологий в образовательный процесс. Показана необходимость формирования компетенций, обеспечивающих способность выпускников применять современные данные наблюдений Земли в целях инвентаризации, мониторинга и устойчивого управления лесными ресурсами.

Введение

Современное лесное хозяйство невозможно представить без активного применения данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ), включая материалы аэро- и космосъемки. Быстрое развитие аэрокосмических технологий, появление новых спутниковых платформ, программных решений и методов анализа требуют соответствующего обновления содержания высшего образования. Особую актуальность приобретает формирование у студентов лесохозяйственных специальностей знаний и практических навыков дешифрирования, анализа и интерпретации данных аэрокосмического мониторинга.

Среди задач, решаемых с применением ДЗЗ, можно выделить картографирование и инвентаризацию лесов, мониторинг и учет текущих изменений, оперативную ресурсную оценку поврежденных лесных насаждений и т. д. Для полноценного выполнения указанных задач необходимы специалисты, обладающие знаниями в области аэрокосмического дешифрирования, геоинформационных систем (ГИС), лесной таксации и цифровой картографии.

1. История развития технологий и применение материалов дистанционного зондирования в лесном хозяйстве Беларуси

Использование аэрокосмических данных в лесном хозяйстве Беларуси началось в 1970–1980-х гг. с внедрения аэрофотосъемки при составлении лесоустроительных материалов. В этот период базовые знания по интерпретации изображений были включены в учебные курсы по дисциплинам «Лесоустройство» и «Лесное картографирование» в Белорусском технологическом институте имени С. М. Кирова.

В 1990-х гг. с началом широкого распространения спутниковых данных (в частности, Landsat, SPOT) элементы ДЗЗ были интегрированы в образовательный процесс с использованием специализированных программных средств обработки изображений.

Ключевую роль в развитии компьютеризации и внедрении аэрокосмических технологий в лесной отрасли сыграл профессор О. А. Атрощенко [1, 2]. Под его научным руководством была разработана и внедрена в практику единая многоуровневая система

управления лесным хозяйством, создана геоинформационная система «Лесные ресурсы» (1993 г.), реализованы первые пилотные проекты по использованию космической съемки в целях инвентаризации и планирования. Значительное внимание он уделял подготовке специалистов, разработав учебные курсы по дистанционному зондированию, геоинформационным системам и цифровым технологиям в лесном хозяйстве.

Существенный вклад в развитие этого направления внесли также И. В. Толкач [3, 4], А. Р. Понтус [5], А. А. Пушкин [6], М. А. Ильючик [7] и др., чьи научные исследования были посвящены применению ДЗЗ для оценки состояния лесных экосистем, инвентаризации и мониторинга изменений.

Период 2000–2010 гг. характеризовался активным применением ГИС и средств обработки спутниковых данных в образовательных программах. Были разработаны специализированные модули для подготовки студентов лесохозяйственных направлений. В это время совместно с организациями лесного хозяйства, такими как РУП «Белгослес», началась реализация проектов по мониторингу лесов с использованием данных ДЗЗ. Это было вызвано необходимостью оперативной оценки последствий воздействий на леса природно-экологических и антропогенных факторов (массовое усыхание насаждений, значительные ветровалы и буреломы, негативное влияние на лесные экосистемы промышленных районов) [8].

С 2010 г. начинается модернизация учебных планов в БГТУ, включающая внедрение новой дисциплины «Системы приема и обработки данных дистанционного зондирования Земли». Курс охватывает практическое использование данных Sentinel, Landsat, методы машинного обучения и технологии автоматизированной классификации лесного покрова.

Современный этап развития образования в лесном хозяйстве характеризуется цифровой трансформацией. Значительное улучшение качества и доступности данных ДЗЗ, развитие ГИС и цифровой съемки предъявляют новые требования к подготовке специалистов. Инженер лесного хозяйства должен владеть методами дешифрирования аэро- и космических изображений, уметь обрабатывать и интерпретировать материалы дистанционного мониторинга, использовать программные и аппаратные средства ГИС и ДЗЗ, а также ориентироваться в цифровых коммуникационных технологиях.

2. Материалы и методы исследования

Работа основана на анализе программ подготовки студентов лесохозяйственных специальностей, реализуемых в БГТУ, и данных, полученных в ходе преподавания дисциплин «Информационные системы и технологии в лесном хозяйстве», «Системы приема и обработки данных дистанционного зондирования Земли», «Аэрокосмические методы и системы глобального позиционирования в лесном хозяйстве» и «Технологии производства планово-картографических материалов». В исследовании проанализированы учебные планы и рабочие программы дисциплин, проведена оценка курсовых и дипломных работ студентов, а также анализ внедренных педагогических практик и информационно-коммуникационных технологий.

3. Результаты и обсуждение

Образовательная программа по направлению «Лесное хозяйство» в БГТУ предусматривает многоуровневую подготовку специалистов, начиная с базовых знаний о структуре аэрокосмических данных и заканчивая выполнением комплексных проектов по их применению. Введены модули, посвященные основам фотограмметрии, системам глобального позиционирования, тематическому дешифрированию и разработке планово-картографических материалов с использованием аэрокосмических данных.

4. ТЕХНОЛОГИИ ОБУЧЕНИЯ И ПОДГОТОВКИ КАДРОВ ДЛЯ КОСМИЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ

Лабораторные и практические занятия проводятся с использованием современного программного обеспечения, включая QGIS, SAGA, SNAP (Sentinel Application Platform), Photomod и др. Особое внимание уделяется обработке данных спутников Sentinel-2, Landsat 8/9, а также применению векторных и растровых данных в сочетании с полевыми измерениями. Студенты учатся выполнять предварительную и тематическую обработки изображений, рассчитывать вегетационные индексы NDVI, EVI, SWVI, выполнять автоматизированную классификацию покрытых и не покрытых лесом земель с помощью машинного обучения и оценивать точность полученных результатов.

Важной частью подготовки становится реализация учебных и научных проектов. Студенты в рамках курсовых работ создают цифровые лесные карты. В процессе обучения анализируют по данным ДЗЗ лесные пожары, выявляют усыхания, буреломы, воздействие антропогенных факторов на растительность. Используются открытые и ведомственные источники данных, в том числе архивы РУП «Белгослес». Уровень компетенций оценивается через участие студентов в научных конференциях и олимпиадах. В ходе учебной практики на базе Негорельского учебно-опытного лесхоза выполняют геопривязку дешифрируемых объектов, сбор эталонных данных, описывают дешифровочные признаки основных лесобразующих пород, анализируют взаимосвязи между дешифровочными и таксационными показателями древостоев, оценивают качество автоматизированной классификации данных ДЗЗ. Студенты обучаются использованию GNSS-приемников при проведении топографической съемки лесных насаждений и выполнении отвода участков.

В рамках магистратуры и аспирантуры ведутся исследования по разработке алгоритмов автоматического выявления изменений лесных насаждений на основе временных рядов спутниковых изображений, оценке таксационных показателей с использованием данных ДЗЗ.

Заключение

Обучение студентов лесохозяйственных специальностей навыкам использования аэрокосмических материалов представляет собой неотъемлемую составляющую современного образовательного процесса. Накоплен значительный опыт применения данных ДЗЗ и ГИС при подготовке специалистов лесного хозяйства. Решение учебных и прикладных лесохозяйственных задач с использованием аэрокосмических данных демонстрирует высокую результативность и практическую направленность данного подхода.

Благодаря комплексной подготовке студентов лесохозяйственных специальностей в области интерпретации аэрокосмических данных, автоматизированного дешифрирования лесных насаждений и методов пространственного анализа формируются ключевые компетенции, необходимые для цифрового управления лесными ресурсами. Полученные знания и навыки позволяют будущим специалистам принимать обоснованные и оперативные решения в условиях динамично изменяющихся природно-экологических и социально-экономических условий, что является основой устойчивого и научно обоснованного лесоправления.

Список литературы

1. Методы обработки космических снимков для оценки и мониторинга лесов / О. А. Атрощенко, В. В. Гучек, А. В. Тузиков [и др.] // Труды БГТУ. Лесное хозяйство. – 2000. – № 1. – С. 25–31.
2. Применение ГИС-технологий и аэрокосмических методов для учета текущих изменений в лесах гослесфонда Республики Беларусь / О. А. Атрощенко, А. Р. Понтус, И. А. Тяшкевич [и др.] // Устойчивое развитие лесов и рациональное использование

лесных ресурсов : материалы Междунар. науч.-практ. конф., Минск, 6–7 дек. 2005 г. – Минск, 2005. – С. 75–76.

3. Толкач, И. В. Классификация изображений цифровых аэрофото- и космических снимков / И. В. Толкач // Труды БГТУ. Лесное хозяйство. – 2010. – № 1. – С. 16–20.

4. Толкач, И. В. Современные направления интерпретации данных дистанционного зондирования лесов / И. В. Толкач // Труды БГТУ. Лесное хозяйство. – 2005. – № 1. – С. 28–30.

5. Понтус, А. Р. Разработка системы дистанционного лесопатологического мониторинга с использованием беспилотных летательных аппаратов и искусственного интеллекта с целью автоматической детекции полученных материалов съемки / А. Р. Понтус, М. Л. Романова // Труды БГТУ. Лесное хозяйство. – 2024. – № 1. – С. 326–331.

6. Пушкин, А. А. Автоматизация тематического дешифрирования земель лесного фонда по материалам космической съемки / А. А. Пушкин // Труды БГТУ. Лесное хозяйство. – 2011. – № 1. – С. 48–52.

7. Ильючик, М. А. Закономерности спектральных характеристик различных категорий лесных земель по данным дистанционного зондирования лесов / М. А. Ильючик // Труды БГТУ. Лесное хозяйство. – 2004. – № 1. – С. 76–82.

8. Применение аэрокосмических технологий в лесном хозяйстве Республики Беларусь / Н. К. Крук, Н. Т. Юшкевич, В. Ф. Побирušко [и др.] // Первый Белорусский космический конгресс : материалы конгресса, Минск, 28–30 окт. 2003 г. – Минск : ОИПИ НАН Беларуси, 2003. – С. 27–30.