

Министерство образования Республики Беларусь
Учреждение образования
Белорусский государственный университет
информатики и радиоэлектроники

УДК 004.021

Лабоха
Александр Константинович

Методы обработки аэрокосмической информации
в системах мониторинга и управления

АВТОРЕФЕРАТ

на соискание академической степени
магистра

по специальности 1-40 80 05 – Программная инженерия

Научный руководитель
Лапицкая Н.В.
к.т.н., доцент

Минск 2021

КРАТКОЕ ВВЕДЕНИЕ

В XX веке с развитием технических средств и технологий началось и активное освоение космического пространства. Космические аппараты осуществляют мониторинг состояния Земли и происходящих процессов как с помощью многочисленных датчиков, так и посредством выполнения снимков атмосферы в различных спектральных каналах. В настоящее время качество выполняемых снимков выросло настолько, что подобные аэрокосмические снимки могут выступать в качестве альтернативы для снимков беспилотных летательных аппаратов, благодаря доступности снимков и регулярности проведения съемки. Особый интерес представляет возможность применения аэрокосмических снимков в системах мониторинга и управления (принятия решений), поскольку более полные и точные сведения о ситуации позволяют принять верное решение. Использование аэрокосмических снимков особо актуально для мониторинга труднодоступных территорий, а также в тех случаях, когда наземные средства мониторинга не позволяют полностью отслеживать изменение обстановки.

Однако на практике новые технологии и подходы зачастую не сразу находят активное применение, даже несмотря на возможные преимущества. В Беларуси аэрокосмические снимки активно применяются лишь для ограниченного перечня задач, поэтому оценка целесообразности, а также возможностей применения аэрокосмической информации в системах мониторинга и управления особо важна, поскольку в случае одобрения ускорит процесс освоения новых технологий и, как следствие, повысит эффективность указанных систем.

Ввиду общественной значимости и высокой актуальности выбранного направления исследования для Беларуси, а также широких возможностей для проведения исследований было принято сконцентрировать усилия на исследовании применения аэрокосмических данных в сфере лесного хозяйства, а именно оценке уровня пожарной опасности в лесах с использованием аэрокосмических данных; подобная система является частным случаем системы мониторинга и управления.

В ходе исследования были проанализированы спутниковые системы, осуществляющие мониторинг Земли: аэрокосмическую съёмку, регистрацию событий и т.д. Были изучены подходы к определению уровня пожароопасности в лесах в Беларуси и других странах. Осуществлён анализ методов обработки аэрокосмических снимков, позволяющих оценить состояние растительности.

После анализа ранее проведенных исследований по применению аэрокосмической информации при мониторинге уровня пожарной опасности в лесах были сформулированы идеи по улучшению ранее примененных подходов в условиях нашей страны, которые легли в основу соответствующей модели. С использованием данной модели был рассчитан уровень пожароопасности лесов с использованием аэрокосмической информации, построены карты пожарной опасности в лесах. Следует подчеркнуть, что предложенная модель позволяет определять не только текущий уровень пожарной опасности, но и прогнозировать его изменение с учетом прогноза погоды.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Цель и задачи исследования

Цель диссертационной работы – исследовать возможность применения аэрокосмических данных в системах мониторинга и управления, изучить их влияние на характеристики и показатели эффективности указанных систем.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

1. Изучить современные системы дистанционного зондирования Земли.
2. Провести сравнительный анализ методик классификации пожарной опасности в лесах и определить факторы, оказывающие наибольшее влияние на данную систему мониторинга природного комплекса.
3. Исследовать возможность использования данных дистанционного зондирования Земли при определении уровня пожарной опасности в лесах.
4. Реализовать систему классификации пожарной опасности в лесах с использованием аэрокосмических данных, а также произвести сравнение работы с существующими системами классификации.

Объектом исследования выступают системы мониторинга природных комплексов.

Предметом исследования является использование аэрокосмических данных в системах мониторинга и управления.

Основной *гипотезой*, положенной в основу диссертационной работы, является повышение эффективности систем мониторинга и управления в результате использования аэрокосмических данных. Применение аэрокосмических снимков и других данных ДЗЗ позволит учесть большее число факторов, оказывающих влияние на функционирование рассматриваемой системы.

Связь работы с приоритетными направлениями научных исследований и запросами реального сектора экономики

Работа выполнялась в соответствии с научно-техническим заданием и планом работ кафедры «Программное обеспечение информационных технологий» по теме «Разработка моделей, методов, алгоритмов, повышающих показатели проектирования, внедрения и эксплуатации программных средств для перспективных платформ обработки информации, решения интеллектуальных задач, работы с большими массивами данных и внедрение в современные обучающие комплексы» (ГБ № 16-2004, № ГР 20163588, научный руководитель НИР – Н.В. Лапицкая).

Личный вклад соискателя

Результаты, приведенные в диссертации, получены соискателем лично. Вклад научного руководителя Н.В. Лапицкой заключается в формулировке целей и задач исследования.

Апробация результатов диссертации

Материалы, положенные в основу работы, докладывались и обсуждались на международной научной конференции «Информационные технологии и системы 2020» (Минск, Беларусь, 2020), IX Республиканской научно-практической конференции «Вычислительные методы, модели и образовательные технологии» (Брест, Беларусь, 2020), а также на 55-й и 56-й научной конференции аспирантов, магистрантов и студентов БГУИР (Минск, Беларусь, 2019 и 2020).

Опубликованность результатов диссертации

По теме диссертации опубликовано 7 печатных работы в сборниках материалов международных научных конференций. Из них 1 работа в рецензируемом сборнике материалов международной конференции 2020 IEEE 11th International Conference on Dependable Systems, Services and Technologies (DESSERT) индексируемом в базе данных Scopus, 1 работа в сборнике материалов международной научной конференции ИТС-2020 БГУИР, 2 работы в сборнике материалов Международной научно-технической конференции «Мониторинг техногенных и природных объектов» 2019 г., 1 работа в сборнике материалов IX Республиканской научно-практической конференции «Вычислительные методы, модели и образовательные технологии» 2020 г. и 2 работы в сборниках трудов и материалов научных конференций БГУИР.

Структура и объем диссертации

Диссертация состоит из введения, общей характеристики работы, четырех глав, заключения, списка использованных источников, списка публикаций автора и приложений. В первой главе представлен анализ предметной области: аэрокосмических данных и их поставщиков, областей применения аэрокосмических и возможностей их использования в системах мониторинга и управления. Вторая глава посвящена проблеме оценки уровня пожарной опасности в лесах, рассмотрены существующие методики и возможности применения аэрокосмических данных для оценки пожароопасности. В третьей главе предложена методика на основе метеорологических данных и оценке состояния растительности на основе аэрокосмических снимков, а также метод замены участков снимка с облачностью. В четвертой главе проведена верификация и сравнение с аналогами предложенной методики в различные временные промежутки.

Общий объем работы составляет 94 страницы, из которых основного текста – 75 страниц, 36 рисунков на 30 страницах, 12 таблиц на 10 страницах, список использованных источников из 64 наименований на 5 страницах и 2 приложения на 6 страницах.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ

Во **введении** определена область и указаны основные направления исследования, показана актуальность темы диссертационной работы, дана краткая характеристика исследуемых вопросов, обозначена практическая ценность работы.

В **первой главе** проведен анализ существующих систем, используемых для дистанционного зондирования Земли, изучены перечень предоставляемых сведений, периодичность сбора информации, пространственное разрешение предоставляемых данных. Проанализированы возможности применения аэрокосмических данных в системах мониторинга и управления, в частности для оценки вегетационных показателей и мониторинга возгораний.

Вторая глава посвящена методикам классификации уровня пожарной опасности в лесах: изучены методики, применяемые в настоящее время на территории Беларуси и в соседних странах. Изучен передовой опыт использования аэрокосмических данных для оценки пожароопасности в лесах на примерах исследовательских работ в Канаде и Беларуси.

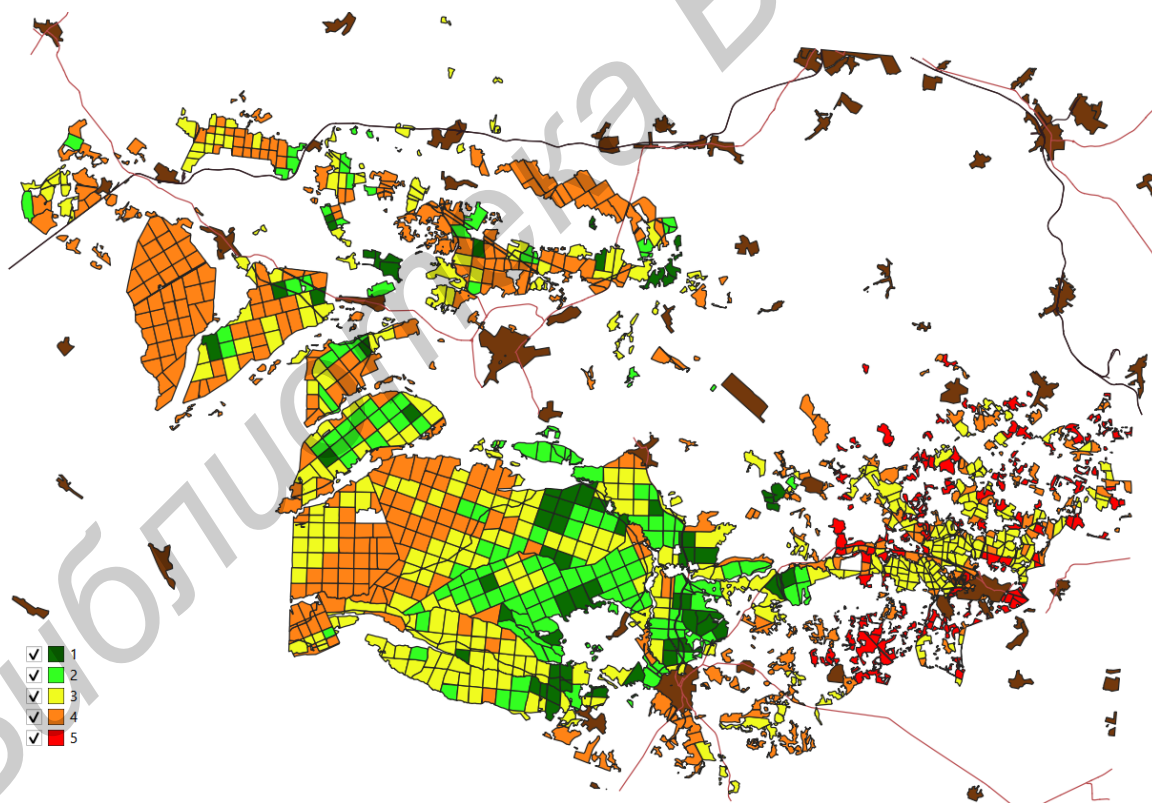


Рисунок 1 – Карта распределения лесных кварталов Воложинского лесхоза по классам пожарной опасности на 24.04.2019 согласно предлагаемой методике

В **третьей главе** предложена методика классификации уровня пожарной опасности, включающая как оценку по метеорологическим показателям, так и оценку состояния растительности по данным аэрокосмических снимков. В качестве базовой оценки горимости предложено использовать показатель Н.А.

Диченкова, а для оценки состояние растительности – корректирующий коэффициент оценки трёх вегетационных индексов. Проанализированы методы замены участков снимка, содержащих снимков, предложенный собственный метод на основе анализа диапазона значений во втором спектральном канале.

Четвертая глава посвящена результатам экспериментальных исследований предложенной методики. Проведено сравнение результатов определения уровня пожарной опасности с существующими методиками. На рисунке 1 приведён результат классификации лесных кварталов Воложинского лесхоза по уровню пожарной опасности. Выполнено сравнение эффективности методов замены участков снимком, содержащих облачность, различными методами.

Библиотека БГУИР

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе работы над магистерской диссертацией была глубоко изучена проблематика исследования: виды и характеристики аэрокосмических данных и их поставщики, области применения данных дистанционного зондирования Земли. Для более детальной проработки темы исследования было принято решение сконцентрировать усилия на применении аэрокосмических данных для оценки уровня пожарной опасности, являющейся неотъемлемым элементом системы мониторинга и управления пожароопасности лесов. Были детально изучены существующие подходы к определению уровня пожароопасности в лесах, как традиционные, так и экспериментальные.

После изучения методик, использующих вегетационные индексы для оценки растительности как фактора пожароопасности, было предложено совместить в показателе как оценку пожароопасности по условиям погоды, так и результаты сравнительного анализа состояния растительности. Проведённая верификация в рамках экспериментального исследования подтвердила адекватность предложенного показателя и возможность его использования для классификации уровней пожароопасности в лесах. Применение аэрокосмических данных позволяет повысить пространственное разрешение конечного продукта и улучшить классификацию объектов. Также экспериментальное исследование позволило установить, что предложенный в 2015 г. Пушкиным А.А. показатель на основе сравнения вегетационных индексов без учёта абсолютных значений не позволяет универсально и в полной мере оценить уровень пожароопасности.

Результаты исследования позволяют утверждать, что применение методов замены участков снимка, содержащих облачность, является необходимым условием для построения качественной и эффективной системы регулярного мониторинга, использующей аэрокосмические снимки. Сравнительный анализ методов замены пикселей, содержащих облачность, показал, что для замены наибольшего числа «загрязнённых» пикселей рекомендуется совместное использование нескольких методов.

При работе над диссертацией и сборе информации проводились консультации с экспертами в данной области. Участие в многочисленных конференциях по тематике исследования позволила представить промежуточные результаты и получить экспертную оценку проводимой работе, а также советы по дальнейшим направлениями исследования.

Стоит отметить, что обработка аэрокосмических снимков может быть осуществлена также с использованием консольных версий использованных утилит, что позволяет полностью либо частично автоматизировать процесс обработки аэрокосмических данных. Разработанные модули также могут быть использованы как в составе предложенной методики, так и для решения других практических задач.

По результатам длительных фактических наблюдений в пожароопасный период предложенная методика определения уровня пожарной опасности в лесах может быть скорректирована путем корректировки используемых коэффициентов. Также перспективным является использование для базовой оценки го-

римости показателя Л.И. Сверловой после корректировки условий сброса или уменьшения показателя.

Данная работа имеет большой потенциал для дальнейших исследований по оценке состояния растительности как в лесном хозяйстве (оценка восстановления лесов после пожаров, усыхания древесины), так и других отраслях. Представленная оценка уровня пожарной опасности в лесах может быть дополнена результатами оценки как других вегетационных индексов, так и метеорологических параметров, таких как влажность почвы. Именно методики классификации уровня пожарной опасности, включающие как оценку по метеорологическим показателям, так и оценку состояния растительности, являются наиболее перспективными.

Библиотека БГУИР

СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ

1. Shamyna, A.Y. Modeling the distribution of radionuclides in the environment as a result of radiation accidents / A.Y. Shamyna, A. D. Ardyako, A. K. Labokha // Dependable Systems, Services and Technologies : 11th International IEEE Conference, Kyiv, 14 - 18 May 2020 year. / IEEE Ukraine Section. – Kyiv, 2020. – P. 427-430. – DOI: 10.1109/DESSERT50317.2020.9125037.

2. Лабоха, А. К. Применение вегетационных индексов в системе мониторинга пожароопасной обстановки в лесах / Лабоха А. К., Шамына А. Ю., Ардяко А. Д. // Информационные технологии и системы 2020 (ИТС 2020) = Information Technologies and Systems 2020 (ITS 2020) : материалы международной научной конференции, Минск, 18 ноября 2020 г. / Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники ; редкол. : Л. Ю. Шилин [и др.]. – Минск, 2020. – С. 179–180.

3. Лабоха, А. К. Разработка модели классификации пожарной опасности в лесах / Лабоха А. К., Шамына А. Ю. // Радиотехника и электроника : сборник тезисов докладов 56-й научной конференции аспирантов, магистрантов и студентов, Минск, апрель-май 2020 года / Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники. – Минск : БГУИР, 2020. – С. 68-70.

4. Лабоха А.К. Совершенствование системы определения пожароопасности лесов / А.К. Лабоха, А.Ю. Шамына // IX Республиканская научно-практическая конференция «Вычислительные методы, модели и образовательные технологии»: сборник материалов. – Брест: БрГУ, 2020.

5. Лабоха, А. К. Исследование оптимального соотношения между пространственным разрешением и временными затратами при интерполяции по методу обратных взвешенных значений / А. К. Лабоха, А. Ю. Шамына // Мониторинг техногенных и природных объектов: материалы Международной научно-технической конференции, Минск, 28 – 29 ноября 2019 г. / Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники. – Минск: БГУИР, 2019. – С. 59 – 65.

6. Шамына, А. Ю. Моделирование распространения радионуклидов в окружающей среде в результате радиационных аварий / А. Ю. Шамына, А. Д. Ардяко, А. К. Лабоха // Мониторинг техногенных и природных объектов: материалы Международной научно-технической конференции, Минск, 28 – 29 ноября 2019 г. / Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники. – Минск: БГУИР, 2019. – С. 51 – 59.

7. Лабоха, А. К. Сравнительный анализ моделей прогнозирования погоды / А. К. Лабоха // Компьютерные системы и сети: 55-я юбилейная научная конференция аспирантов, магистрантов и студентов, Минск, 22-26 апреля 2019 г. / Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники. – Минск, 2019. – С. 115 – 117.