

DOI: <https://doi.org/10.33408/2519-237X.2020.4-4.406>

УДК 614.8; 614.841.3; 632.123; 528.88

## РЕЗУЛЬТАТЫ РАЗРАБОТКИ СИСТЕМЫ ПРОГНОЗНОГО МОНИТОРИНГА ФАКТОРОВ, ХАРАКТЕРИЗУЮЩИХ ПОЖАРНУЮ ОПАСНОСТЬ ТЕРРИТОРИИ, С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СПУТНИКОВЫХ И НАЗЕМНЫХ ДАННЫХ

Кравцов С.Л., Голубцов Д.В., Романович К.А., Савко И.Л.

*Цель.* Совершенствование системы прогнозного мониторинга пожарной опасности территории.

*Методы.* Для получения качественно нового результата применяется подход «больших данных», включая статические (относительно медленно меняющиеся во времени) данные, наземную информацию от метеорологических станций и спутниковые данные за длительный период.

*Результаты.* Разработана система прогнозного мониторинга факторов, характеризующих пожарную опасность территории. Система содержит сервис удаленного доступа (предоставление данных пользователям), базу статистических данных прогнозного мониторинга, подсистемы обработки и анализа данных. Структура системы является относительно универсальной, позволяющей дополнять и изменять как сами функции, так и решаемые задачи. Это позволяет рассматривать систему как предварительный этап на пути внедрения в Республике Беларусь современных подходов к прогнозированию пожарной опасности территории. Создание системы является началом реализации нового прогнозного этапа в развитии механизмов реагирования на природные пожары в Республике Беларусь.

*Область применения исследований.* Результаты работы системы прогнозного мониторинга факторов, характеризующих пожарную опасность территории, могут быть использованы в повседневной деятельности подразделений Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь и Министерства лесного хозяйства Республики Беларусь по снижению ущерба вследствие природных пожаров.

*Ключевые слова:* система, прогнозный мониторинг, пожарная опасность, спутниковые данные, наземные данные, детальность, динамичность.

(Поступила в редакцию 22 июля 2020 г.)

### Введение

К природным пожарам относятся лесные, степные и торфяные пожары [1]. Разделение вызвано ярко выраженными отличительными особенностями физики горения, характера распространения и способов тушения. Эти особенности, в свою очередь, обусловлены характеристиками растительных горючих материалов, рельефом местности, пожарной опасностью по условиям погоды. На 1 января 2018 г. площадь лесных земель Республики Беларусь составила 8261 тыс. га (около 40 % общей площади страны). Породный состав, возрастная структура и иные факторы определяют высокую пожарную горимость лесов. Ежегодно возникает в среднем около 1130 лесных пожаров, охватывающих площадь до 800 га. В отдельные годы с наиболее неблагоприятными погодными условиями (2–3 раза за десятилетие) лесные пожары могут принимать характер стихийных бедствий (как, например, в 1992 г.). В среднем за год пройденная лесными пожарами общая площадь составляет 3180 га, сгорает и повреждается леса на корню – 64 160 м<sup>3</sup>.

В Республике Беларусь имеется более 9192 торфяников суммарной площадью 2939 тыс. га (14,2 % общей площади страны). Пожароопасными являются все выработанные торфяные месторождения с действующей осушительной сетью, осушенные торфяные почвы, а также разрабатываемые торфяные месторождения. Ежегодно происходит в среднем около 1630 торфяных пожаров на площадях до 400 га. Ежегодно выгорает от 2,5 до 12 тыс. га торфяников (включая окружающие леса и другие экосистемы), средняя площадь – около 6,2 тыс. га. Основная часть пожаров приходится на выбывшие из эксплуатации торфяные

месторождения и осушенные лесные болота. Данная проблема особенно актуальна для загрязненных радионуклидами территорий, где пожары инициируют их эмиссию в атмосферу.

Природные пожары чрезвычайно сложно предотвратить, однако их последствия могут быть значительно уменьшены (от 10 до 20 %) осуществлением предупредительных мер за счет более качественного прогнозного мониторинга. Он позволяет обеспечить:

- своевременное прибытие спасательных служб;
- подготовку мероприятий по преодолению последствий;
- предупреждение населения, а при необходимости его эвакуацию;
- отгон и укрытие животных;
- вывоз материальных ценностей.

Кроме того, снижение (за счет прогнозного мониторинга) масштаба и повышение эффективности мероприятий по ликвидации природных пожаров позволяет уменьшить экологические угрозы населению, атмосфере, гидросфере и литосфере. С учетом того что общие потери от природных пожаров в Республике Беларусь за год измеряются десятками миллионов долларов, становится очевидной важность совершенствования подхода к прогнозному мониторингу пожарной опасности территории.

### Основная часть

Общая схема функционирования системы прогнозного мониторинга факторов, характеризующих пожарную опасность территории. Разрабатываемая система содержит следующие составляющие (рис. 1):

- сервис удаленного доступа (предоставление данных пользователям): обеспечивает возможность удаленного выбора и просмотра пользователем исходных данных и результатов прогнозного мониторинга факторов, характеризующих пожарную опасность территории;

- подсистема обработки данных: обеспечивает автоматическую загрузку данных продуктов MOD11 и MOD13 со спутников Terra/Aqua MODIS, а также данных с метеостанций, их предварительную обработку и сохранение в базе статистических данных прогнозного мониторинга. Предварительная обработка данных продуктов MOD11 и MOD13 со спутников Terra/Aqua MODIS включает «обрезку», преобразование в картографическую проекцию СК-95, а также вычисление: индекса состояния растительности VCI (Vegetation Condition Index, VCI), индекса температурного состояния TCI (Temperature Condition Index, TCI) и вегетационно-температурного индекса VTI (Vegetation-Temperature Index, VTI) [2; 3]. Предварительная обработка данных с метеостанций включает вычисление гидротермического коэффициента Селянинова, а также расчет (путем интерполяции) карт его значений и данных с метеостанций (температуры и влажности воздуха, скорости ветра, количества осадков);

- база статистических данных прогнозного мониторинга: обеспечивает хранение данных с метеостанций, данных продуктов MOD11 и MOD13 со спутников Terra/Aqua MODIS, производных продуктов, а также результатов прогнозного мониторинга факторов, характеризующих пожарную опасность территории;

- подсистема анализа данных: обеспечивает решение задач, поставленных перед системой прогнозного мониторинга факторов, характеризующих пожарную опасность территории.

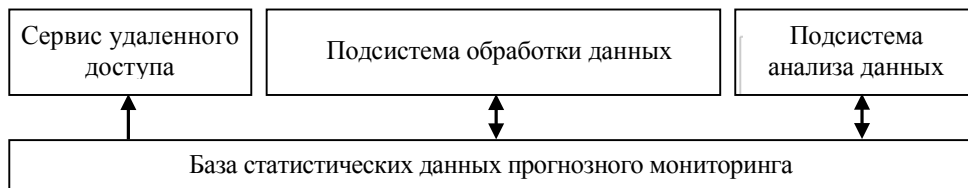
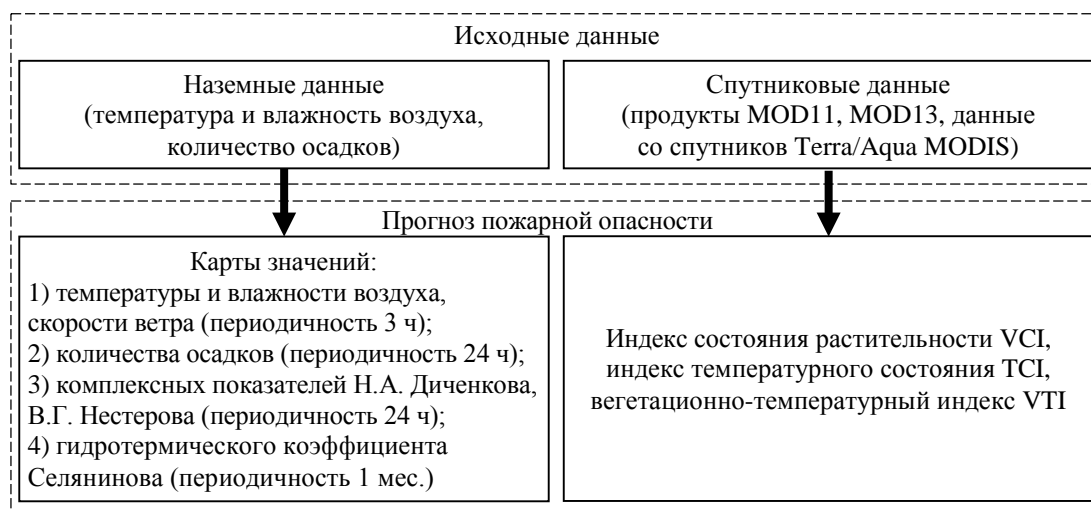


Рисунок 1. – Общая схема функционирования системы прогнозного мониторинга факторов, характеризующих пожарную опасность территории

*Описание методики прогнозного мониторинга факторов, характеризующих пожароопасность территории.* Традиционно для оценки пожарной опасности территории используется один из комплексных (метеорологических) показателей – Н.А. Диченкова для Республики Беларусь<sup>1</sup>, В.Г. Нестерова для Российской Федерации<sup>2</sup>. Однако подобные показатели рассчитываются на сутки, позволяя идентифицировать лишь особенности масштаба страны, и слишком грубы для использования в масштабах района или даже области. Действительно, пожарная опасность территории может значительно различаться на расстоянии лишь в несколько километров от метеостанции из-за изменения в рельефе, расстояния до ближайших водных объектов, вида растительных горючих материалов и др. Кроме того, комплексные показатели не учитывают изменения состояния растительных горючих материалов в течение суток. В связи с этим для более объективной оценки пожарной опасности территории рассчитываются дополнительные факторы, обеспечивающие повышение динамичности и детальности оценки (рис. 2).



**Рисунок 2. – Методика прогнозного мониторинга факторов, характеризующих пожароопасность территории**

Необходимость вычисления индексов засухи обусловлена тем, что возникновение и развитие природных пожаров во многом связаны с изменением устойчивости растительных горючих материалов. Особенно сильная активизация природных пожаров наблюдается в засушливые годы. Индекс засухи, полученный по данным с метеостанций (гидротермический коэффициент Селянинова), характеризуется грубым масштабом (рассчитывается путем интерполяции значений, полученных в местоположении метеостанций, – расстояние между ними составляет от 30 до 50 км) и низкой периодичностью (один месяц). Поэтому дополнительно вычисляются индексы засухи, полученные по спутниковым данным (индекс состояния растительности VCI, индекс температурного состояния TCI и вегетационно-температурный индекс VTI) – они отличаются более высоким пространственным (250 м) и временным разрешениями (8 дней).

*Исходные данные для системы прогнозного мониторинга факторов, характеризующих пожароопасность территории.*

1. Наземные данные. Являются основой для вычисления комплексных показателей пожарной опасности, а также необходимы для калибровки и оценки эффективности алгорит-

<sup>1</sup> Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Мониторинг и прогнозирование лесных пожаров. Общие требования: СТБ 1408-2003. – Введ. – 01.01.04. – Минск: Государственный комитет по стандартизации Республики Беларусь, 2004. – 20 с.

<sup>2</sup> Мониторинг и прогнозирование лесных пожаров. Общие требования: ГОСТ Р 22.1.09-99. – Введ. – 01.01.00. – М.: ИПК Изд-во стандартов, 1999. – 11 с.

мов обработки спутниковых данных. В качестве наземных используются прежде всего данные с метеостанций Республики Беларусь и прилегающих стран, которые в настоящее время являются действующими, имеют достаточную длительность функционирования и максимальную полноту (минимальную прерывность) наблюдений.

2. Спутниковые данные. В качестве базовых в системе прогнозного мониторинга факторов, характеризующих пожарную опасность территории, используются объединенные в композицию за период от 8 до 16 дней данные со спутников Terra/Aqua MODIS – продукты MOD11 и MOD13 за период с 2002 г. по настоящее время. В качестве базового выбрано пространственное разрешение 250 м. В дальнейшем, по мере доработки системы прогнозного мониторинга факторов, характеризующих пожарную опасность территории, будет целесообразным подключение спутниковых данных среднего пространственного разрешения (в частности, со спутников Sentinel-2A, B).

3. Электронные карты. Обеспечивают адекватность получения и представления результатов прогнозного мониторинга. В соответствии с этим электронные карты (информация проекта OpenStreetMap) охватывают всю территорию Республики Беларусь и прилегающих стран, а их содержание является достаточно полным, достоверным и точным.

4. Статические (относительно медленно меняющиеся во времени) данные. Обеспечивают (в дополнение к вычисляемым по спутниковым данным индексам состояния растительности) повышение детальности мониторинга факторов, характеризующих пожарную опасность территории. В качестве статических данных используются:

– карта категорий наземного покрова: создана в рамках проекта «Инициативы в области изменения климата – категории наземного покрова» CCI-LC (Climate Change Initiative – Land Cover, CCI-LC) Европейского космического агентства с пространственным разрешением 300 м [4];

– цифровая модель рельефа: *данные международной миссии по получению данных цифровой модели рельефа территории Земли SRTM (Shuttle Radar Topographic Mission, SRTM) с пространственным разрешением 31 м;*

– электронная карта загрязнения радиоактивными элементами: создана по данным Научного комитета Организации Объединенных Наций по воздействию атомной радиации UNSCEAR (United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation, UNSCEAR).

*Выходные данные системы прогнозного мониторинга факторов, характеризующих пожароопасность территории.* В результате функционирования системы формируются следующие информационные продукты:

– комплексные (метеорологические) показатели – Н.А. Диченкова, В.Г. Нестерова (периодичность 24 ч);

– данные с метеостанций – количество осадков (периодичность 24 ч); скорость ветра, температура и влажность воздуха (периодичность 3 ч);

– гидротермический коэффициент Селянинова (периодичность 1 мес.);

– спутниковые данные – индекс состояния растительности VCI, индекс температурного состояния TCI и вегетационно-температурный индекс VTI (периодичность 8 сут.).

Формирование указанных информационных продуктов в виде растровых данных происходит в течение пожароопасного сезона (апрель – ноябрь). Пространственное разрешение данных составляет 250 м, что обеспечивает необходимую детальность для использования.

*Результаты разработки системы прогнозного мониторинга факторов, характеризующих пожароопасность территории.* Для функционирования системы выбрана операционная система Ubuntu Server на основе Linux версии для долговременной эксплуатации LTS (Long-Term Support, LTS). Система прогнозного мониторинга факторов, характеризующих пожароопасность территории, разработана на базе свободно доступной геоинформационной системы с открытым кодом QGIS (Quantum Geographic Information System, QGIS). Данный программный комплекс имеет широкое распространение, является общедоступным, а лицензия позволяет его свободно копировать и распространять как с изменениями, так и без изменений, за вознаграждение или бесплатно.

1. Результаты разработки базы статистических данных прогнозного мониторинга. Производительность, функциональность и ценность системы прогнозного мониторинга факторов, характеризующих пожароопасность территории, во многом зависит от базы статистических данных. Ее создание и пополнение является неотъемлемой частью разработки и функционирования системы прогнозного мониторинга факторов, характеризующих пожарную опасность территории.

База статистических данных прогнозного мониторинга обеспечивает систематизированное хранение данных с метеостанций, данных продуктов MOD11 и MOD13 со спутников Terra/Aqua, производных продуктов, а также результатов прогнозного мониторинга факторов, характеризующих пожароопасность территории. Вся информация в базе статистических данных представлена в виде растровых или векторных данных.

В базе статистических данных содержится следующая информация (рис. 3):

– базовые данные:

а) векторные данные с метеостанций Республики Беларусь и прилегающих стран – данные за период с 2006 г. по настоящее время (скорость ветра, температура и влажность воздуха – периодичность 3 ч; количество осадков – периодичность 24 ч);

б) векторные данные с метеостанций Республики Беларусь и приграничных стран – данные долгосрочных наблюдений более чем за 30 лет (скорость ветра, температура и влажность воздуха, количество осадков – периодичность 24 ч);

в) векторные данные – картографический материал (границы стран, областей и районов; реки; крупные реки и озера; населенные пункты; торфяники; леса и кустарники (информация проекта OpenStreetMap); зараженность радионуклидами);

г) растровые данные – данные продуктов MOD11 и MOD13 со спутников Terra/Aqua MODIS (8-дневные композиции нормализованного относительного индекса растительности NDVI (Normalized Difference Vegetation Index, NDVI) и температуры земной поверхности LST (Land Surface Temperature, LST)) с пространственным разрешением 0,25 и 1 км соответственно;

д) растровые данные – цифровая модель рельефа местности SRTM, свойства почв (содержание песка, глины и ила; доступная корням глубина; объемная плотность);

– производные данные:

е) растровые данные – карты значений за период с 2006 г. по настоящее время: индекса состояния растительности VCI, индекса температурного состояния TCI и вегетационно-температурного индекса VTI;

ж) растровые данные – карты значений параметров с метеостанций за период с 2006 г. по настоящее время (скорость ветра, температура и влажность воздуха – периодичность 3 ч; количество осадков – периодичность 24 ч);

з) растровые данные – карты значений комплексных показателей пожарной опасности за период с 2006 г. по настоящее время (индекс Н.А. Диченкова, индекс В.Г. Нестерова – периодичность 24 ч);

и) растровые данные – карты значений индекса засухи по данным с метеостанций за период с 2006 г. по настоящее время (гидротермический коэффициент Селянинова – периодичность 1 мес.);

к) растровые данные – результаты подсистемы анализа данных.

Базовое пространственное разрешение растровых данных составляет 250 м, что обеспечивает необходимую детальность прогнозного мониторинга. Растровые данные хранятся в формате GeoTIFF, векторные данные – в формате Shape. Все данные (как векторные, так и растровые) хранятся в картографической проекции СК-95.

2. Результаты разработки сервиса удаленного доступа. Сервис удаленного доступа (предоставление данных пользователям) обеспечивает возможность удаленного выбора и просмотра пользователем исходных данных и результатов прогнозного мониторинга факторов, характеризующих пожароопасность территории.

<p>Векторные данные:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) границы стран;</li> <li>2) границы областей;</li> <li>3) границы районов;</li> <li>4) реки;</li> <li>5) крупные реки и озера;</li> <li>6) населенные пункты;</li> <li>7) торфяники;</li> <li>8) леса и кустарники;</li> <li>9) зараженность радионуклидами</li> </ol>	<p>Карты значений параметров с метеостанций за период с 2006 г.:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) скорость ветра (интервал 3 ч);</li> <li>2) температура и влажность воздуха (интервал 3 ч);</li> <li>3) количество осадков (за 24 ч)</li> </ol> <p>Данные долгосрочных наблюдений с метеостанций (за 30 лет):</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) скорость ветра;</li> <li>2) температура и влажность воздуха;</li> <li>3) количество осадков</li> </ol>	<p>Карты значений комплексных показателей пожарной опасности за период с 2006 г.:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) индекс Н.А. Диченкова (интервал 1 сут.);</li> <li>2) индекс В.Г. Нестерова (интервал 1 сут.)</li> </ol> <p>Карты значений индексов засухи по данным Terra/Aqua MODIS за период с 2002 г. (интервал 8 сут.):</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) индекс состояния растительности VCI;</li> <li>2) индекс температурного режима TCI;</li> <li>3) вегетационно-температурный индекс</li> </ol>
<p>Статические растровые данные:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) цифровая модель рельефа;</li> <li>2) свойства почв</li> </ol>	<p>Результаты подсистемы анализа данных</p>	<p>Карты значений индекса засухи по данным с метеостанций за период с 2006 г. (интервал 1 мес.) – гидротермический коэффициент Селянинова</p>

Рисунок 3. – Структура базы статистических данных прогнозного мониторинга

Разработанный веб-интерфейс (клиентская часть) сервиса удаленного доступа обеспечивает достаточно простое и легко понимаемое управление (выбор и отображение) растровыми и векторными данными в довольно большом архиве данных. Веб-интерфейс работает в браузерах Internet Explorer, Firefox, Google Chrome, Safari и Opera. В центре размещена рабочая область отображения геопространственных данных, слева – панель управления геопространственными данными, а справа от нее – легенда геопространственных данных (рис. 4).

3. Результаты разработки подсистем обработки и анализа данных. В частности, разработаны программные модули:

– автоматической загрузки данных продуктов MOD11 и MOD13 со спутников Terra/Aqua MODIS, «обрезки», преобразования в картографическую проекцию СК-95 и вычисления индекса состояния растительности VCI, индекса температурного состояния TCI и вегетационно-температурного индекса VTI;

– автоматической загрузки данных с метеостанций и построения (путем интерполяции) карт скорости ветра, температуры и влажности воздуха, количества осадков (за 24 ч); карт значений комплексных показателей пожарной опасности Н.А. Диченкова и В.Г. Нестерова (рис. 5); карт значений гидротермического коэффициента Селянинова.

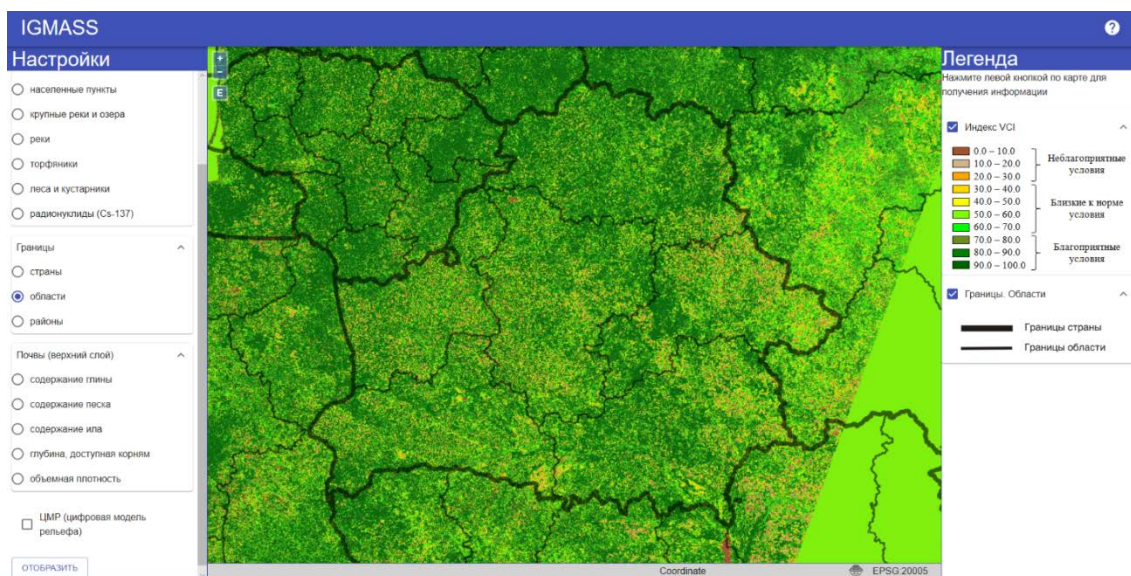


Рисунок 4. – Веб-интерфейс сервиса удаленного доступа к исходным данным и результатам работы системы прогнозного мониторинга факторов, характеризующих пожароопасность территории

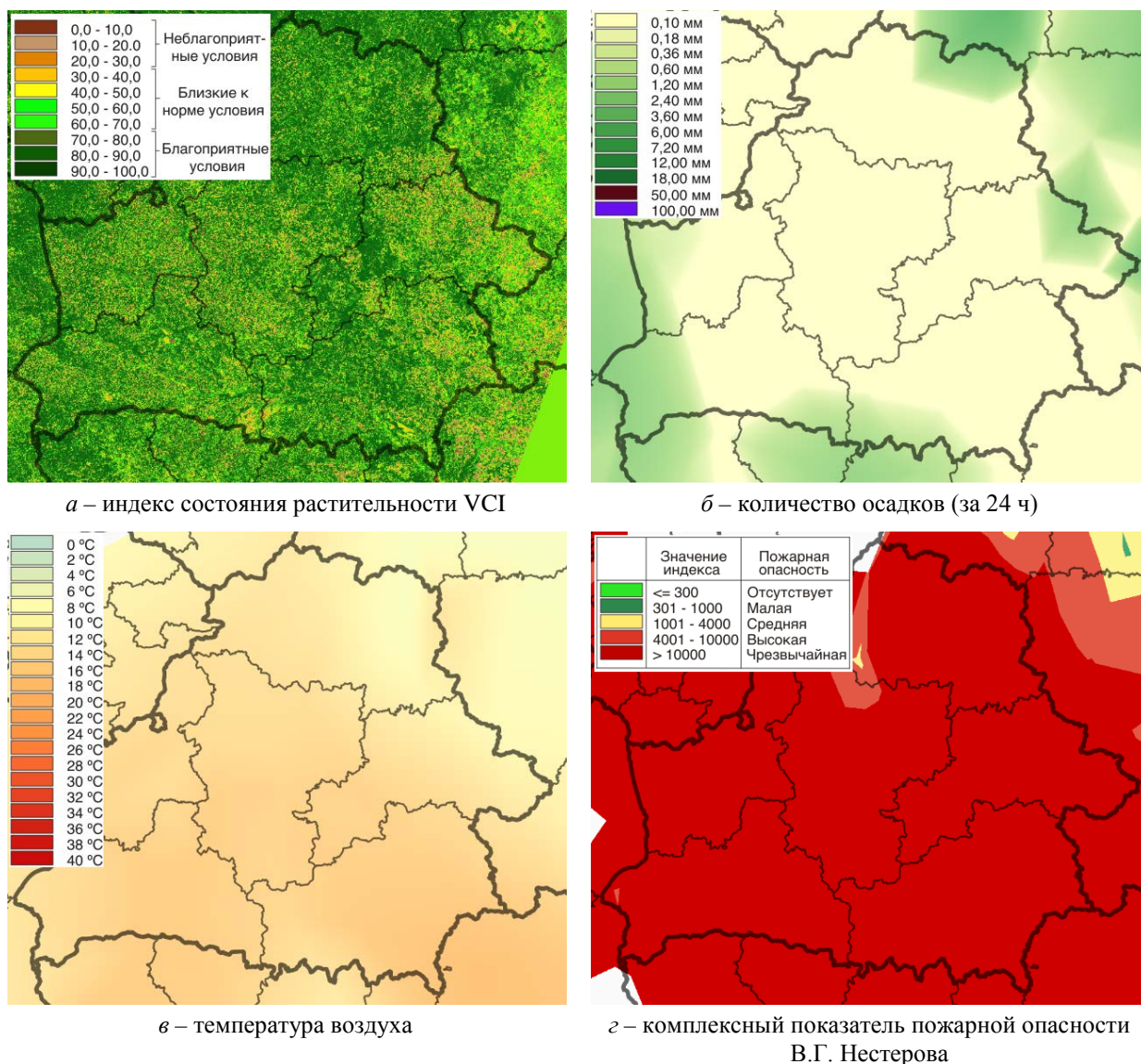


Рисунок 5. – Карты значений факторов, характеризующих пожарную опасность территории, за 1 мая 2015 г. на 18:00

### Заключение

Разработка системы прогнозного мониторинга факторов, характеризующих пожароопасность территории, явилась началом реализации нового прогнозного этапа в развитии механизмов реагирования на природные пожары в Республике Беларусь. Примененный при разработке системы подход обеспечивает гибкость (возможность дополнения, изменения, введения новых факторов, комплексных показателей и индексов пожарной опасности), динамичность (учет изменения состояния растительных горючих материалов в течение суток), детальность (до пространственного разрешения использованных для вычисления индексов состояния растительности спутниковых данных) и доступность (для пользователей результатов прогнозного мониторинга посредством сервиса удаленного доступа). Следует отметить, что разрабатываемая система является предварительным этапом на пути внедрения в Республике Беларусь современных подходов к прогнозированию пожарной опасности территории (в частности, адаптации канадской системы оценки опасности лесных пожаров CFFDRS (Canadian Forest Fire Danger Rating System, CFFDRS), включающей подсистему оценки пожароопасности по метеорологическим условиям и подсистему прогноза развития лесного пожара).

## ЛИТЕРАТУРА

1. Андреев, Ю.А. Профилактика, мониторинг и борьба с природными пожарами (на примере Алтае-Саянского экорегиона): справочное пособие / Ю.А. Андреев, А.В. Брюханов. – Красноярск, 2011. – 272 с.
2. Щербенко, Е.В. Дистанционные методы выявления сельскохозяйственной засухи / Е.В. Щербенко // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. – М.: ООО «Азбука-2000», 2007. – Вып. 4. – Т. 2. – С. 408–419.
3. Kogan, F.N. Operational space technology for global vegetation assessment / F.N. Kogan // Bulletin of the American meteorological society. – 2001. – Vol. 82, № 9. – P. 1949–1964. DOI: 10.1175/1520-0477(2001)082<1949:OSTFGV>2.3.CO;2.
4. Land Cover CCI: Product User Guide. Version 2.0 / Defourny P. [et al.]. – UCL-Geomatics (Belgium), 2017. – 105 p.



**Результаты разработки системы прогнозного мониторинга факторов, характеризующих пожарную опасность территории, с использованием спутниковых и наземных данных**

**Results of the development of the forecast monitoring system of factors characterizing the fire hazard of the territory using satellite and ground data**

***Кравцов Сергей Леонидович***

кандидат технических наук

Государственное научное учреждение «Объединенный институт проблем информатики Национальной академии наук Беларуси», лаборатория аэрокосмического мониторинга, заведующий лабораторией

Адрес: ул. Сурганова, 6,  
220012, г. Минск, Беларусь  
e-mail: Krautsou\_sl@rambler.ru  
ORCID: 0000-0002-1476-9553

***Siarhei L. Kravtsov***

PhD in Technical Sciences

State Scientific Institution «United Institute of Informatics Problems of the National Academy of Sciences of Belarus», Laboratory of Aerospace Monitoring, Head of Laboratory

Address: Surganova str., 6,  
220012, Minsk, Belarus  
e-mail: Krautsou\_sl@rambler.ru  
ORCID: 0000-0002-1476-9553

***Голубцов Дмитрий Викторович***

Государственное научное учреждение «Объединенный институт проблем информатики Национальной академии наук Беларуси», лаборатория аэрокосмического мониторинга, научный сотрудник

Адрес: ул. Сурганова, 6,  
220012, г. Минск, Беларусь  
e-mail: demonix2004@yandex.ru  
ORCID: 0000-0002-5936-3442

***Dmitriy V. Golubtsov***

State Scientific Institution «United Institute of Informatics Problems of the National Academy of Sciences of Belarus», Laboratory of Aerospace Monitoring, Researcher

Address: Surganova str., 6,  
220012, Minsk, Belarus  
e-mail: demonix2004@yandex.ru  
ORCID: 0000-0002-5936-3442

***Романович Карина Александровна***

Государственное научное учреждение «Объединенный институт проблем информатики Национальной академии наук Беларуси», лаборатория аэрокосмического мониторинга, научный сотрудник

Адрес: ул. Сурганова, 6,  
220012, г. Минск, Беларусь  
e-mail: karisha147@gmail.com  
ORCID: 0000-0002-3438-9830

***Karina A. Romanovich***

State Scientific Institution «United Institute of Informatics Problems of the National Academy of Sciences of Belarus», Laboratory of Aerospace Monitoring, Researcher

Address: Surganova str., 6,  
220012, Minsk, Belarus  
e-mail: karisha147@gmail.com  
ORCID: 0000-0002-3438-9830

***Савко Илья Леонидович***

Государственное научное учреждение «Объединенный институт проблем информатики Национальной академии наук Беларуси», лаборатория аэрокосмического мониторинга, инженер-программист

Адрес: ул. Сурганова, 6,  
220012, г. Минск, Беларусь  
e-mail: savko.ilya@yandex.ru  
ORCID: 0000-0001-8221-9214

***Ilya L. Savko***

State Scientific Institution «United Institute of Informatics Problems of the National Academy of Sciences of Belarus», Laboratory of Aerospace Monitoring, Software Engineer

Address: Surganova str., 6,  
220012, Minsk, Belarus  
e-mail: savko.ilya@yandex.ru  
ORCID: 0000-0001-8221-9214

DOI: <https://doi.org/10.33408/2519-237X.2020.4-4.406>

## RESULTS OF THE DEVELOPMENT OF THE FORECAST MONITORING SYSTEM OF FACTORS CHARACTERIZING THE FIRE HAZARD TERRITORY USING SATELLITE AND GROUND DATA

**Kravtsov S.L., Golubtsov D.V., Romanovich K.A., Savko I.L.**

*Purpose.* Improving of a forecast monitoring system of the fire hazard territory.

*Methods.* To obtain a qualitatively new result the approach of Big Data including static (relatively slowly changing in time) data, ground information from meteorological stations and satellite data over a long period of time is applied.

*Findings.* A forecast monitoring system of factors characterizing the fire hazard of the territory is developed. The system includes remote access service (providing data to users), database of forecast monitoring statistics, data processing and analysis subsystems. The structure of the system is relatively universal with the ability to complete and change both the functions themselves and the tasks to be solved. This allows considering the system as a preliminary stage of introducing modern approaches to fire hazard forecasting on the territory in the Republic of Belarus. The creation of the system is the beginning of a new forecast stage in the development of mechanisms of response to natural fires in the Republic of Belarus.

*Application field of research.* The results of a forecast monitoring system of factors characterizing the fire hazard of the territory may be used in daily activities of the departments of the Ministry of Emergency Situations of the Republic of Belarus and the Ministry of Forestry of the Republic of Belarus to reduce damage due to natural fires.

*Keywords:* system, forecast monitoring, fire hazard, satellite data, ground data, details level, dynamism.

(The date of submitting: July 22, 2020)

### REFERENCES

1. Andreev Y.A., Bryukhanov A.V. *Profilaktika, monitoring i bor'ba s prirodnyimi pozharemi (na primere Altae-Sayanskogo ekoregiona)* [Prevention, monitoring and control of natural fires (using the example of the Altai-Sayan ecoregion): reference manual]: reference manual. Krasnoyarsk: 2011. 272 p. (rus)
2. Shcherbenko E.V. Distantionnye metody vyyavleniya sel'skokhozyaystvennoy zasukhi [Remote sensing methods for agricultural drought detecting]. *Sovremennye problemy distantsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa*, 2007. Vol. 2, Iss. 4. Pp. 408–419. (rus). Url: [http://d33.infospace.ru/d33\\_conf/vol2/408-419.pdf](http://d33.infospace.ru/d33_conf/vol2/408-419.pdf).
3. Kogan F.N. Operational space technology for global vegetation assessment. *Bulletin of the American meteorological society*, 2001. Vol. 82, No. 9. Pp. 1949–1964. DOI: 10.1175/1520-0477(2001)082<1949:OSTFGV>2.3.CO;2.
4. Defourny P., Lamarche C., Bontemps S., De Maet T., Van Bogaert E., Moreau I., Brockmann C., Boettcher M., Kirches G., Wevers J., Santoro M. *Land Cover CCI: Product User Guide. Version 2.0*. UCL-Geomatics (Belgium), 2017. 105 p.