

МОДЕЛИРОВАНИЕ НАДЕЖНОСТИ ПЕРСОНАЛА БЕСПИЛОТНЫХ АВИАЦИОННЫХ СИСТЕМ ДЛЯ МОНИТОРИНГА ТЕРРИТОРИАЛЬНЫХ ПРИРОДНЫХ КОМПЛЕКСОВ

Н. В. Дорожко

кафедра общего землеведения и гидрометеорологии факультета географии и
геоинформатики, Национальный научно-исследовательский центр мониторинга озоносферы
Белорусского государственного университета, г. Минск, natashka_d10.05@mail.ru

А. Г. Давыдовский

кандидат биологических наук, доцент, Белорусский государственный университет
информатики и радиоэлектроники, г. Минск, agd2011@list.ru

Представлено описание и характеристика компьютерной системы для моделирования надежности персонала беспилотных авиационных систем, обеспечивающих метеорологический мониторинг территориальных природных комплексов. Описана функциональная организация компьютерной системы, включающей веб-ресурс и компьютеризированного автоматического ресурса, позволяющего осуществлять визуализацию, сбор и обработку данных дистанционного зондирования земли. Данная компьютерная система обеспечивает комплексную оценку и моделирование надежности операторов и инженерно-технических специалистов беспилотных авиационных систем в условиях осуществления мониторинга территориальных природных комплексов.

Ключевые слова: моделирование; надежность персонала; беспилотные авиационные системы; территориальные природные комплексы; метеорологический мониторинг.

В настоящее время широкое распространение получили методы метеорологического мониторинга и дистанционного зондирования Земли с использованием авиационных систем [1-3]. Особенно перспективным направлением является использование беспилотных авиационных систем (БАС) для задач дистанционного зондирования земли (ДЗЗ) и метеорологического мониторинга территориальных природных комплексов (ТПК). Необходимо отметить, что эффективный мониторинг метеорологических параметров ТПК в дистанционном режиме возможен только при условии поддержания высокой надежности функционирования социотехнической системы «персонал-БАС-аппаратура мониторинга-ТПК». При этом необходимо отметить, что особое значение имеет надежность профессиональной деятельности операторов и инженерно-технического персонала БАС. Моделирование надежности профессиональной деятельности персонала БАС, обеспечивающих комплекс мероприятий метеорологического мониторинга, может быть реализовано на основе многофакторного анализа психофизиологических характеристик персонала с помощью компьютерных и информационных средств.

В этой связи целью работы является описание и характеристика веб-ресурса, обеспечивающего моделирование надежности персонала БАС для мониторинга ТПК.

Разработан веб-ресурс, позволяющий осуществлять моделирование надежности оперативного и инженерно-технического персонала БАС, обеспечивающих мониторинг комплекса метеорологических параметров ТПК. Интерактивный веб-ресурс реализован средствами языка программирования Python с помощью кроссплатформенной среды разработки PyCharm, которая совместима с Windows, macOS, Linux. Основным модулем для написания – это полнофункциональный серверный веб-фреймворк Django. Ресурс оснащен комплексом тестов, который включает 11 психофизиологических тестов с инструкциями для их выполнения.

Комплекс психофизиологических тестов для оценки профессиональной надежности разработан на основе онлайн-платформы «Online Test Pad» (<https://onlinetestpad.com/>), которая предоставляет респондентам возможность выполнять тесты в режиме онлайн без регистрации и получать результаты тестирования. По итогам психофизиологического тестирования персонал БАС получает возможность оценки собственных биологических ритмов с последующим расчетом надежности деятельности. Оценка текущего состояния и моделирование последующей динамики психофизиологических характеристик надежности деятельности операторов и инженерно-технического персонала БАС осуществлен с использованием программных пакетов статистических средств статистического анализа MS Excel, SPSS Statistics [4]. Кроме того, при выполнении исследования была использована система численного прогноза погоды WRF [5].

Моделирование надежности деятельности персонала БАС может быть реализовано на основе использования компьютерной системы, включающей:

- 1) интерактивный веб-ресурс, который позволяет осуществлять автоматический сбор и обработку данных психофизиологического состояния оператора;
- 2) автоматический ресурс, позволяющий осуществлять визуализацию, сбор и обработку данных для ДЗЗ.

Подобная компьютерная система позволяет осуществлять комплексную оценку надежности персонала БАС при изменении метеоусловий окружающей среды.

Разработана информационная карта диагностики надежности операторов и инженерно-технических специалистов БАС, учитывающая сложность внешних условий индивидуальной и коллективной деятельности персонала на основе анализа социотехнических, погодных-климатических факторов, времени суток, дня недели, месяца, года, а также медико-биологических и психофизиологических характеристик (рисунок 1).

Второй частью модели является блок автоматического сбора, обработки и анализа метеорологических параметров. Для детального мониторинга ТПК необходимо осуществлять сбор атмосферных данных, к ним относятся данные системы GFS [6], а также результаты реальных наблюдений от пунктов гидрометеорологической сети.

С использованием мезомасштабной численной модели WRF рассчитан метеорологический прогноз на ближайшие сроки, а также опасные метеорологические явления на примере болтанки, облачности, инверсии, скоростей ветра. Наиболее примечательным для анализа надежности персонала беспилотных

авиасистем является функция отражения сигнала радара облачностью за суточные интервалы и получение спутниковых данных. Примером является выделение облачности с использованием данных численного моделирования и дистанционного наблюдения Земли (рисунок 2).

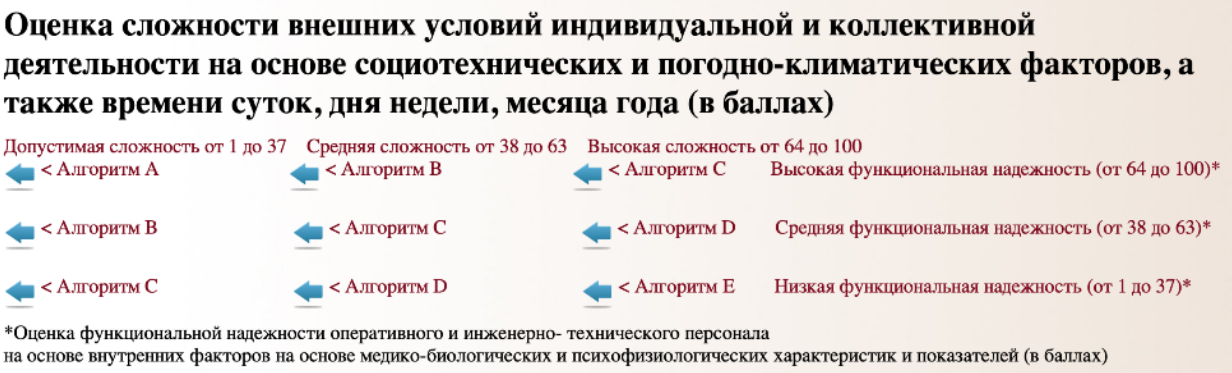


Рис. 1. Информационно-диагностическая карта выбора алгоритма надежности персонала БАС.

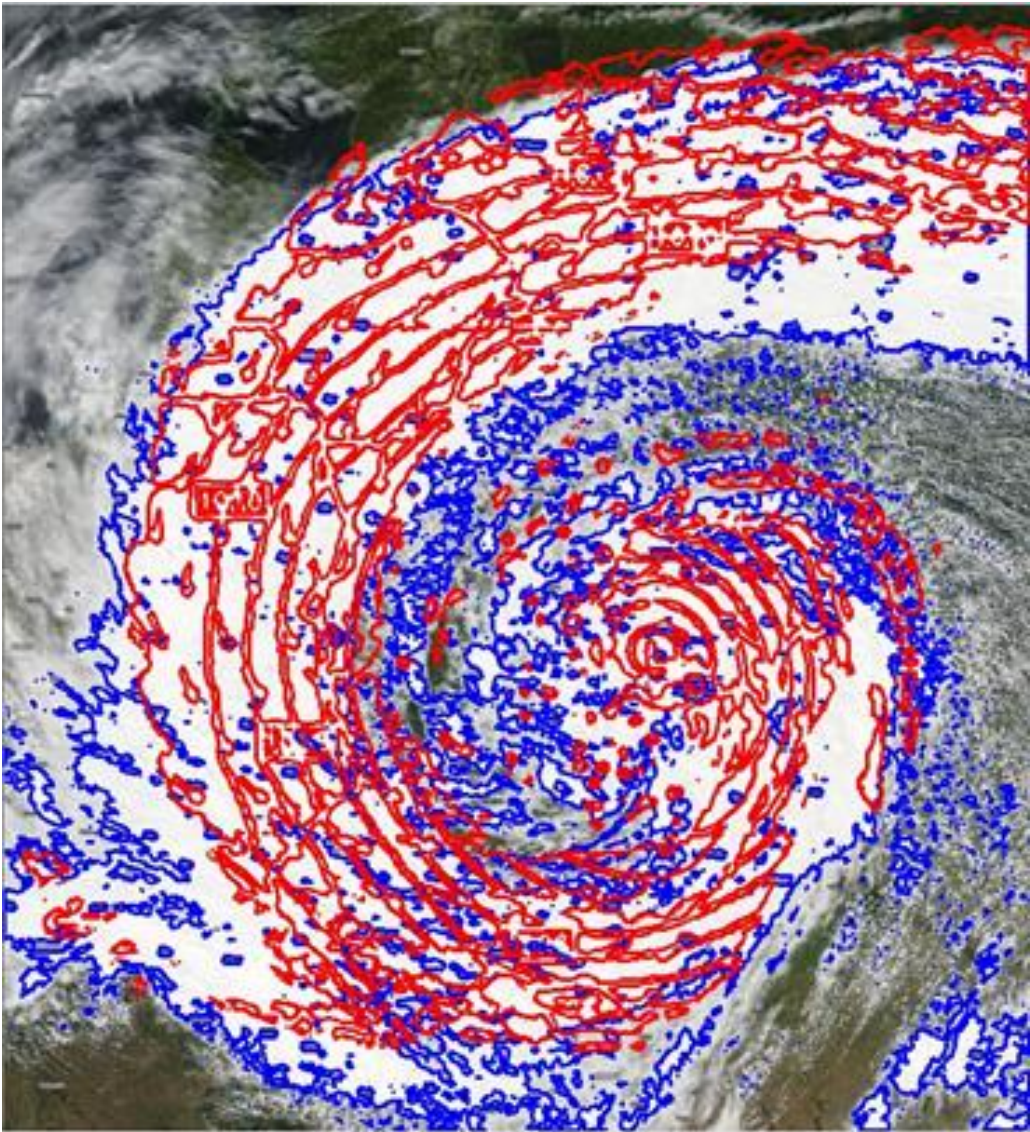


Рис. 2. Выделение контура облачности со спутника (синий) для мониторинга ТПК.

Автоматизация сбора информации с метеорологических спутников позволяет своевременно собирать и анализировать необходимые данные о погодноклиматических условиях, что в свою очередь, позволяет анализировать и моделировать надежность персонала БАС. Для моделирования надежности персонала БАС целесообразен автоматический доступ к сайту NASA [7], который позволяет проводить дистанционный мониторинг природных комплексов (рисунок 3).

The screenshot shows the NASA Earth Data website interface. At the top, there are three main sections: 'Select Plot' (set to 'Time Averaged Map'), 'Select Date Range (UTC)' (set to '2009 - 06 - 01' to '2009 - 06 - 30'), and 'Select Region (Bounding Box or Shape)' (set to '-180, -90, 180, 90'). Below these, there is a 'Select Variables' section with a sidebar on the left listing various variables under 'Observations' and 'Disciplines'. The main area shows a table of selected variables with columns for Variable, Units, Source, Temp Res., Spat Res., Begin Date, End Date, and Vert. Slice. The table lists several variables related to wind stress and surface stress, all sourced from MERRA-2 Model.

Variable	Units	Source	Temp Res.	Spat Res.	Begin Date	End Date	Vert. Slice
Wind Stress Magnitude (GSSTFM v3)	N/m ²	SSM/I	Monthly	0.25 °	1987-07-01	2008-12-31	-
Wind Stress Vector (GSSTFM v3)	N/m ²	SSM/I	Monthly	0.25 °	1987-07-01	2008-12-31	-
Total eastward wind analysis tendency (M2TMNPUDT v5.12.4)	m s ⁻²	MERRA-2 Model	Monthly	0.5 x 0.625 °	1980-01-01	2022-09-30	1000 hPa
Total northward wind analysis tendency (M2TMNPUDT v5.12.4)	m s ⁻²	MERRA-2 Model	Monthly	0.5 x 0.625 °	1980-01-01	2022-09-30	1000 hPa
Eastward surface stress (M2TMNXFLX v5.12.4)	N m ⁻²	MERRA-2 Model	Monthly	0.5 x 0.625 °	1980-01-01	2022-09-30	-
Northward surface stress (M2TMNXFLX v5.12.4)	N m ⁻²	MERRA-2 Model	Monthly	0.5 x 0.625 °	1980-01-01	2022-09-30	-
10-meter eastward wind (M2TMNXSLV v5.12.4)	m s ⁻¹	MERRA-2 Model	Monthly	0.5 x 0.625 °	1980-01-01	2022-09-30	-
2-meter eastward wind (M2TMNXSLV v5.12.4)	m s ⁻¹	MERRA-2 Model	Monthly	0.5 x 0.625 °	1980-01-01	2022-09-30	-
Eastward wind at 50-meters (M2TMNXSLV v5.12.4)	m s ⁻¹	MERRA-2 Model	Monthly	0.5 x 0.625 °	1980-01-01	2022-09-30	-
10-meter northward wind (M2TMNXSLV v5.12.4)	m s ⁻¹	MERRA-2 Model	Monthly	0.5 x 0.625 °	1980-01-01	2022-09-30	-

Рис. 3. Параметры сайта для спутникового мониторинга.

Дополнительно во второй блок компьютерной системы включен интерактивный атлас климатических процессов [8], позволяющий осуществлять мониторинг и прогнозировать климатические процессы по сезонам года и на большие периоды (до 100 лет в глобальном, региональном и мезомасштабах).

Алгоритм для анализа и моделирования надежности персонала БАС, следующий:

- регистрация на предоставленных интернет-ресурсах;
- ознакомление с инструкцией пользователя;
- прохождение комплекса психофизиологических тестов;
- оценка биоритмов;
- осуществление метеорологического мониторинга в заданный интервал времени;

- выполнение численного моделирования атмосферы;
- расчет надежности персонала БАС;
- формирование рекомендации для повышения надежности персонала БАС.

Подобный алгоритм позволит увеличить оперативность сбора необходимой информации и ее качество, а также уменьшить ошибку за счет внешних воздействий и предотвратить опасные ситуации, связанные с неточностью данных.

Таким образом, комплексный анализ психофизиологических и метеорологических параметров, реализуемый посредством компьютерной системы, позволяет осуществлять надежность персонала БАС, используемых для мониторинга

ТПК. Оценка надежности персонала БАС, в свою очередь, тесно связана с возможностью учета метеоусловий над территорией района применения. Это указывает на целесообразность комплексного анализа как метеорологических, так и психофизиологических данных для повышения надежности персонала БАС, применяемых для мониторинга метеорологической обстановки в ТПК.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЕ ССЫЛКИ

1. Абрамович, К. Г. Прогноз обледенения самолетов. – Ленинград: Гидрометиздат, 1979 – 27 с.
2. Астапенко, П. Д. Погода и полеты самолетов и вертолетов / П.Д. Астапенко, А.М. Баранов, И.М. Шварев – Ленинград: Гидрометиздат, 1980. – 276 с.
3. Вангенгейм, Г. Я. Опыт применения синоптических методов к изучению и характеристике климата / Г. Я. Вангенгейм – М.: Гидрометеиздат – 1935 – 112 с.
4. Программа Statistics – [Электронный ресурс] – Режим доступа <https://spssstatistics.ru/> – Дата доступа: 15.02.2022 г.
5. WRF – Модель исследования и прогнозирования погоды – [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.mmm.ucar.edu/weather-research-and-forecasting-model> – Дата доступа: 08.11.2022 г.
6. Global Forecast System – [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.ncei.noaa.gov/products/weather-climate-models/global-forecast> – Дата доступа: 08.11.2022 г.
7. Giovanni – [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://giovanni.gsfc.nasa.gov> – Дата доступа: 08.11.2022 г.
8. IPCC WGI Interactive Atlas: Regional information (Simple) – [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://interactive-atlas.ipcc.ch/regional-information> – Дата доступа: 08.11.2022 г.