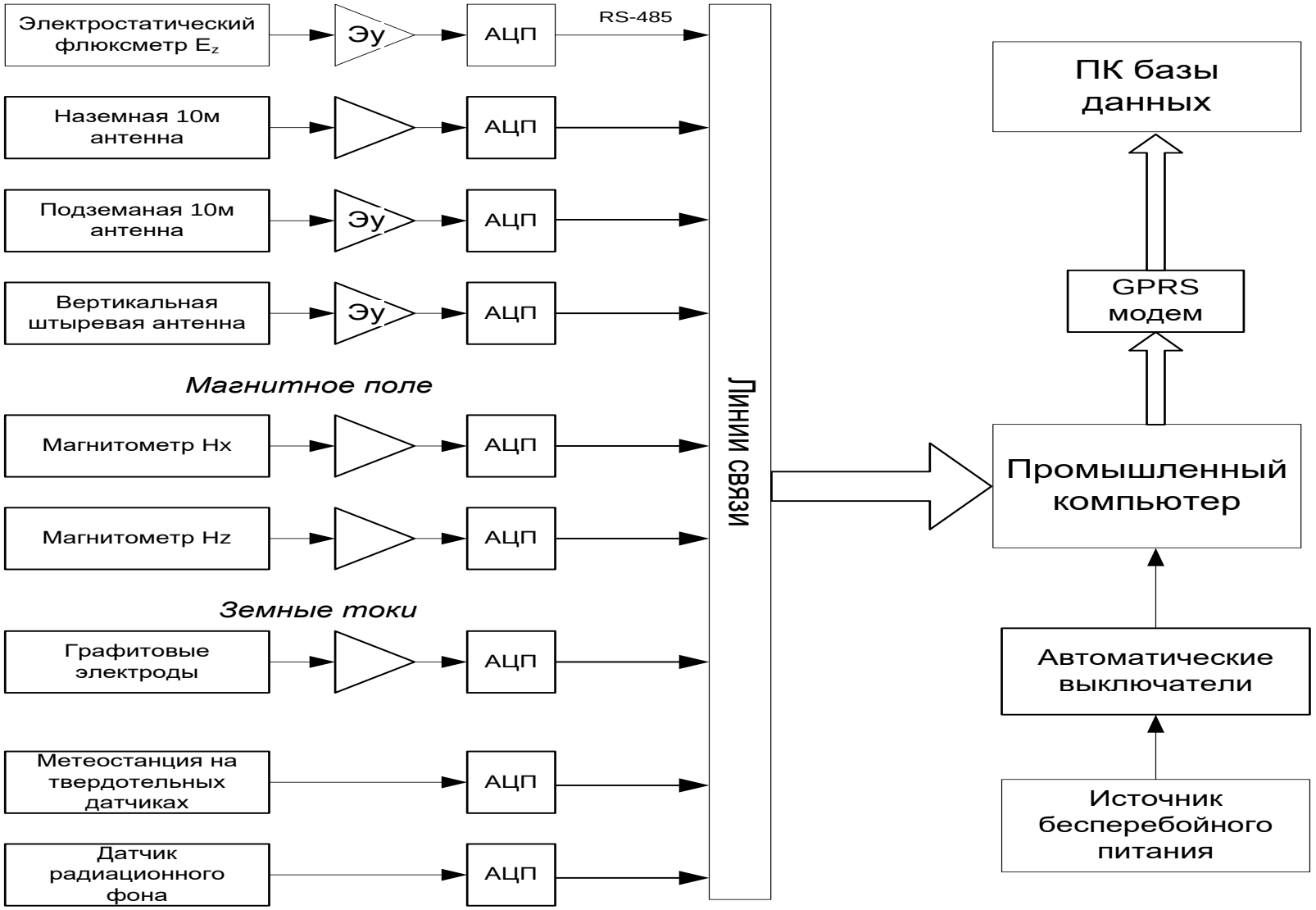
Исследование и прогнозирование влияния электромагнитного поля Земли на уровень аварийности на дорогах общего пользования

А.Ю.Абаляев, Л.В. Грунская и И.А. Лещев
Владимирский государственный университет имени А.Г.Столетова и Н.Г.Столетова, г.Владимир, 600000, Россия

АННОТАЦИЯ

Работа посвящена прогнозированию среднего уровня аварийности на дорогах общего пользования. На физическом экспериментальном полигоне кафедры общей и прикладной физики Владимирского государственного университета(ВлГУ) осуществляется мониторинг электромагнитных полей Земли, метеоданных, радиационного фона. Проводятся исследования по оценке взаимосвязи дорожно-транспортных происшествий (ДТП) по Владимирской области с гео- и гелиофизическими характеристиками. Использование нейронных сетей позволило решить определенные задачи прогноза ДТП и учесть влияние солнечной активности на величину прогнозируемого параметра.

Структурная схема мониторинга на физическом экспериментальном полигоне ВлГУ



Monitoring electrical and magnetic fields at the distant spaced stations: VSU physical experimental test ground, a station on Lake Baikal of the Institute of the Sun and Earth physics, a station of Paratunka (Kamchatka).

Fluxmeter for measuring electrostatical field (VSU)

Monitoring system (VSU)

Fluxmeter for measuring electrostatical field (Lake Baikal)

Fluxmeter for measuring electrostatical field (Paratunka (Kamchatka))

Fluxmeter for measuring electrostatical field (Sankt-Petersberg)

Magnetometer (VSU)

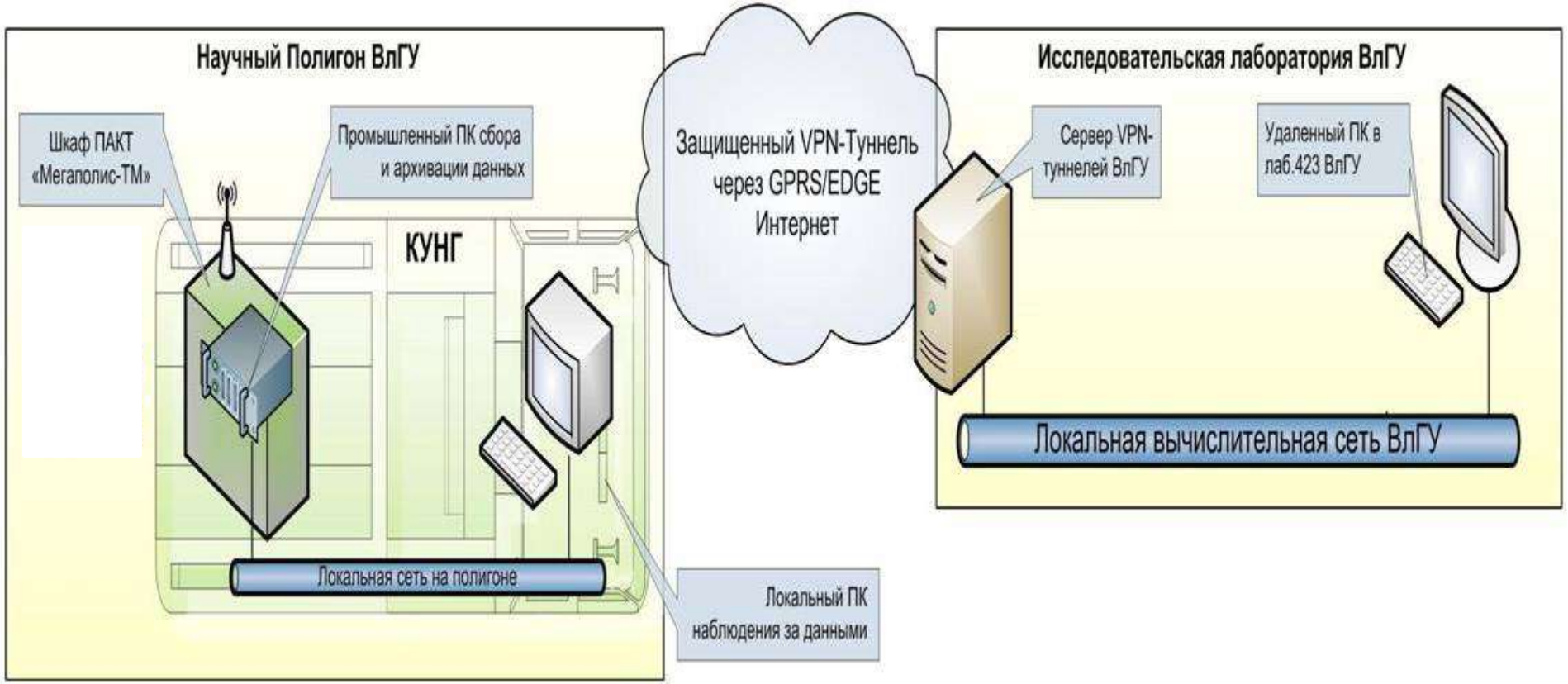
Meteocomplex (VSU)

Системы регистрации электрического и геомагнитного поля на физическом экспериментальном полигоне ВлГУ

Отслеживание мониторинга

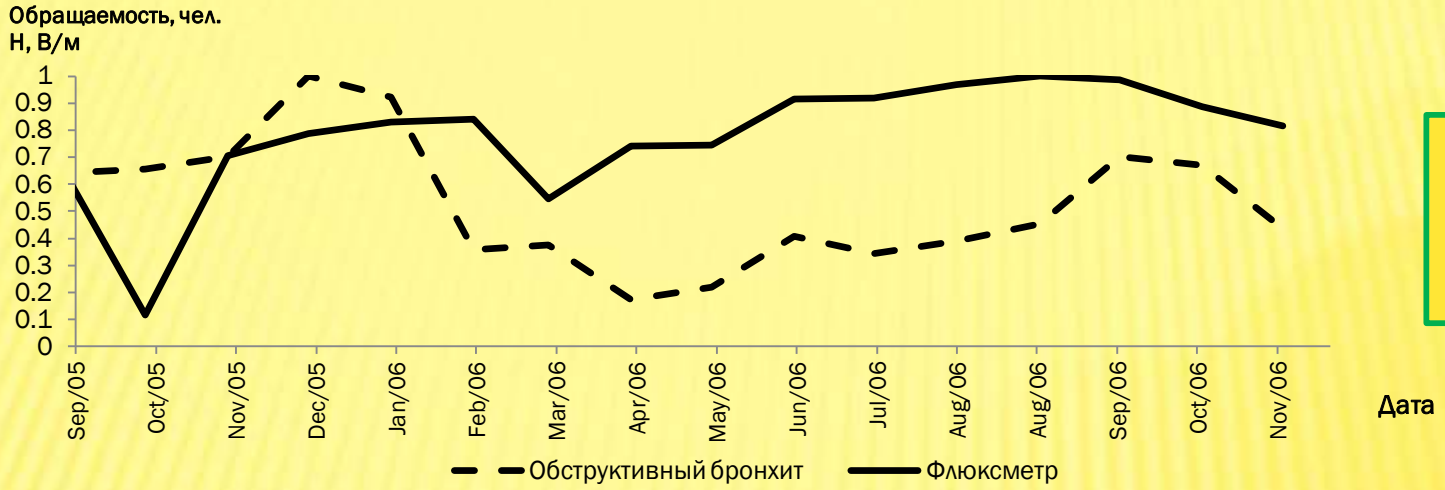
Система сбора данных “Мегаполис”

Система мониторинга электромагнитных полей физического экспериментального полигона с дистанционной передачей данных в ВлГУ



Система разнесенного в пространстве мониторинга Ez

Исследование взаимосвязи геофизических характеристик пограничного слоя атмосферы с уровнем заболеваемости органов дыхания людей



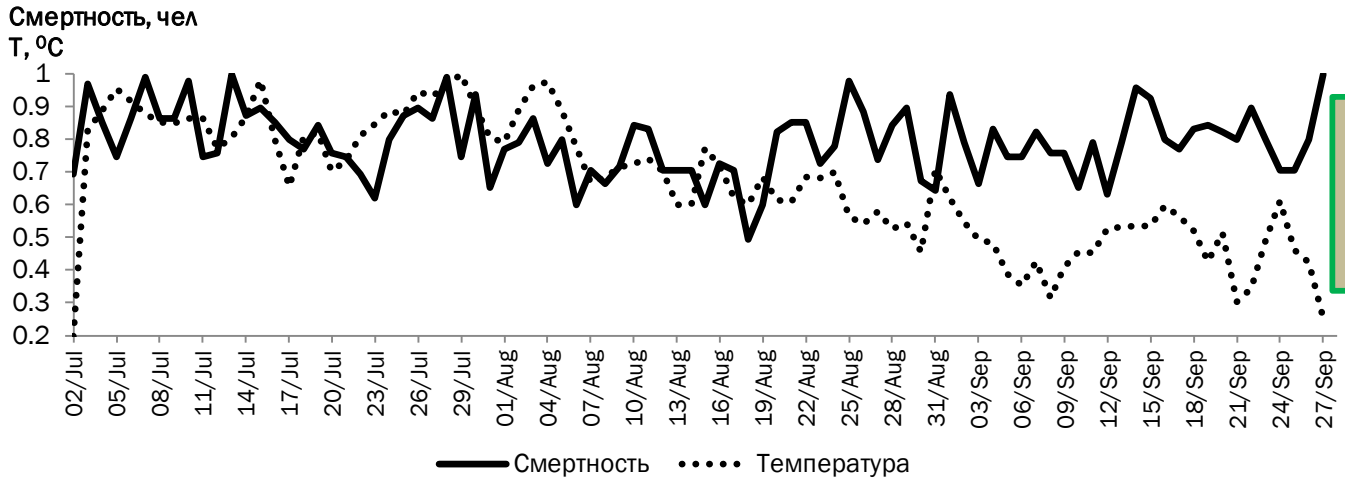
Коэффициент корреляции 0,44 при p≤0,1

Обращаемость детей с обструктивным бронхитом и напряженность электрического поля за период сентябрь 2005 – декабрь 2006

Коэффициент корреляции 0,47 при p≤0,001

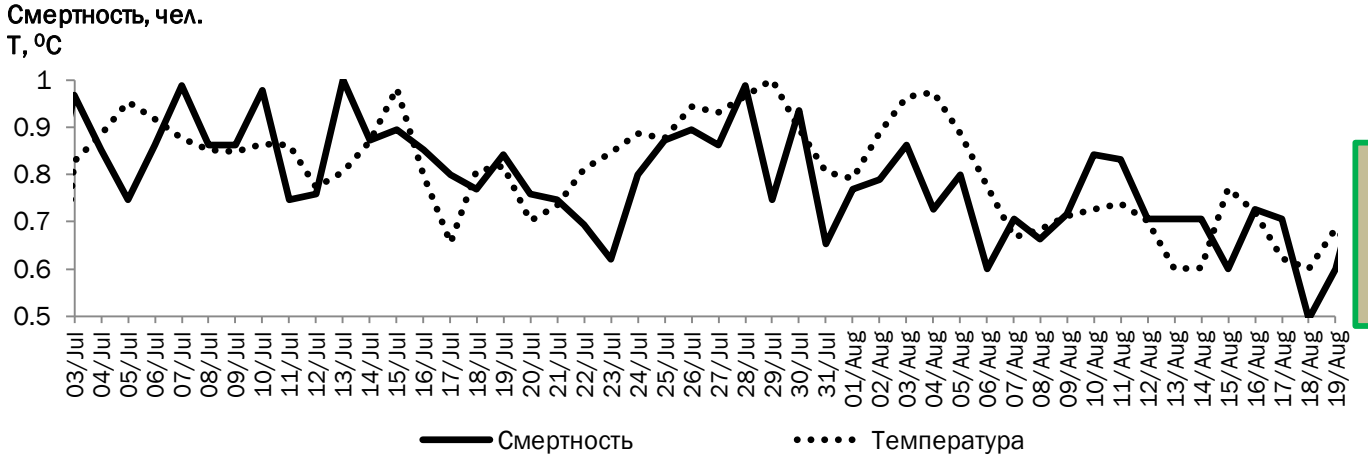
Обращаемость детей с обструктивным бронхитом и температура воздуха за период июль 2004 – декабрь 2006

Исследование взаимосвязи геофизических характеристик пограничного слоя атмосферы с уровнем смертности населения по Владимирской области



Коэффициент корреляции 0,49 при p≤0,001

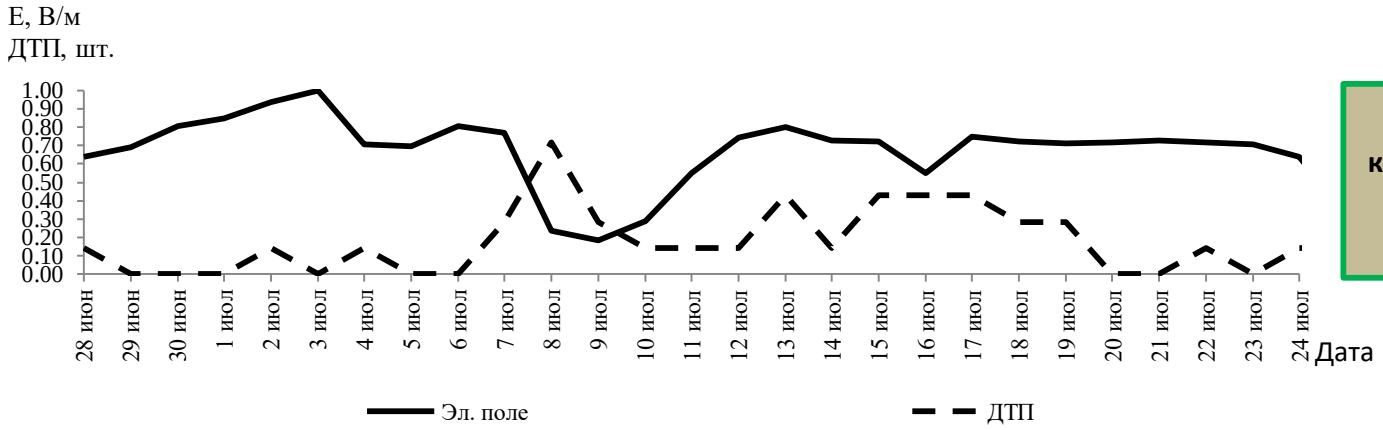
Смертность людей и температура воздуха за период 2 июля – 27 сентября 2003 по Владимирской области



Коэффициент корреляции 0,61 при p≤0,001

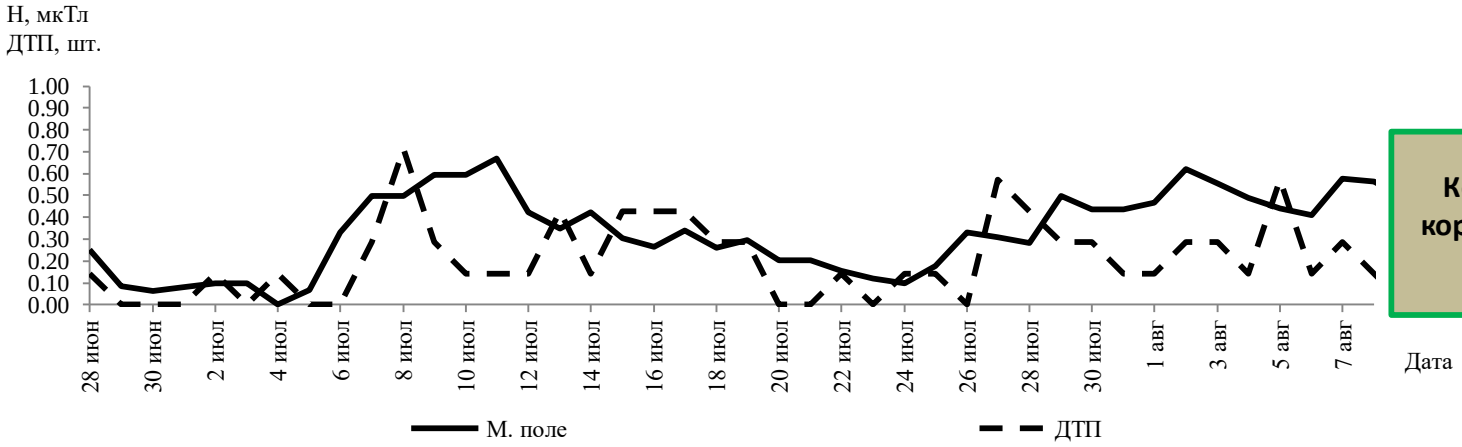
Смертность людей и температура воздуха за период 23 июля – 19 августа 2003 по Владимирской области

Исследование взаимосвязи геофизических характеристик пограничного слоя атмосферы с уровнем дорожно-транспортных происшествий по Владимирской области



Коэффициент корреляции -0,45 при p≤0,02

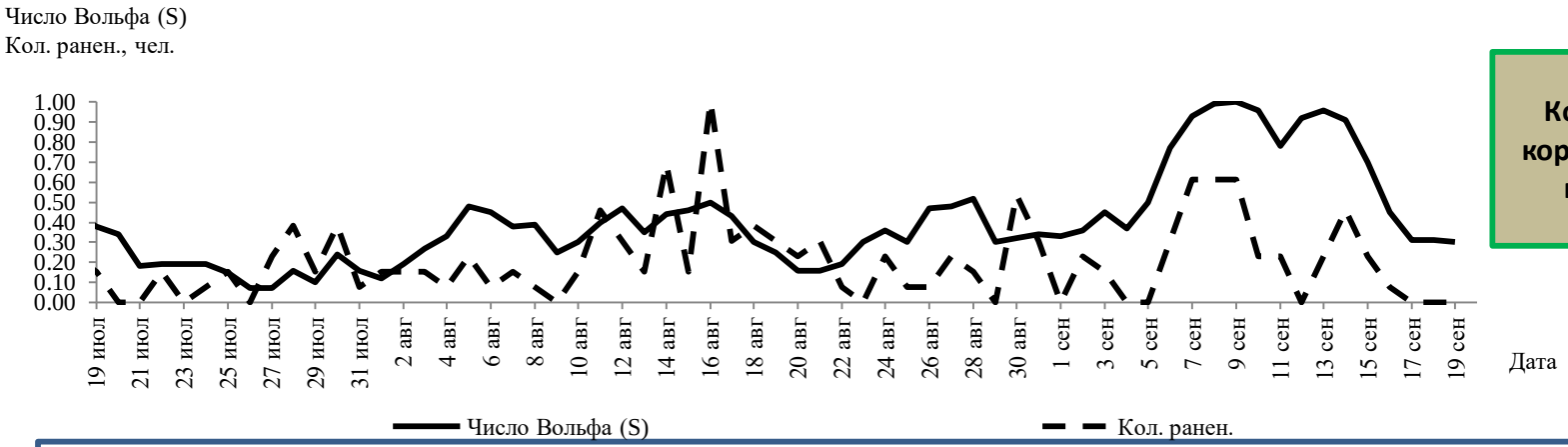
Количество ДТП и напряженность электрического поля по Владимирской области за период 26 июня – 24 июля 2001 года



Коэффициент корреляции 0,40 при p≤0,01

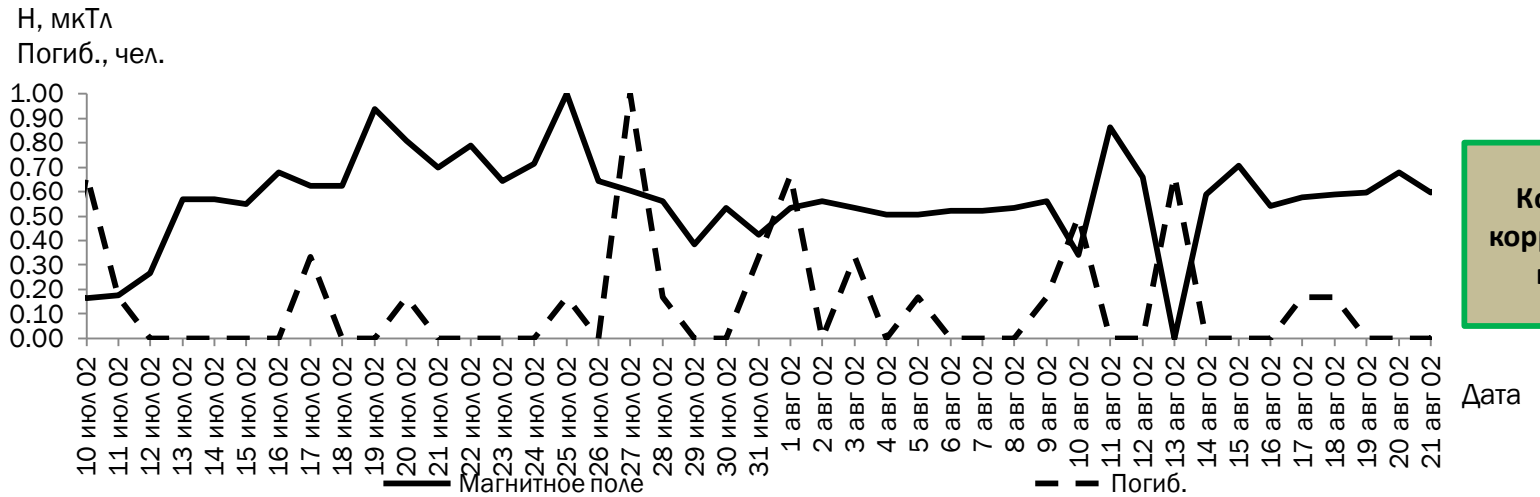
Количество ДТП и магнитное поле по Владимирской области за период 28 июня – 8 августа 2001 года

Исследование взаимосвязи геофизических характеристик пограничного слоя атмосферы с уровнем дорожно-транспортных происшествий по Владимирской области



Коэффициент корреляции 0,39 при p≤0,01

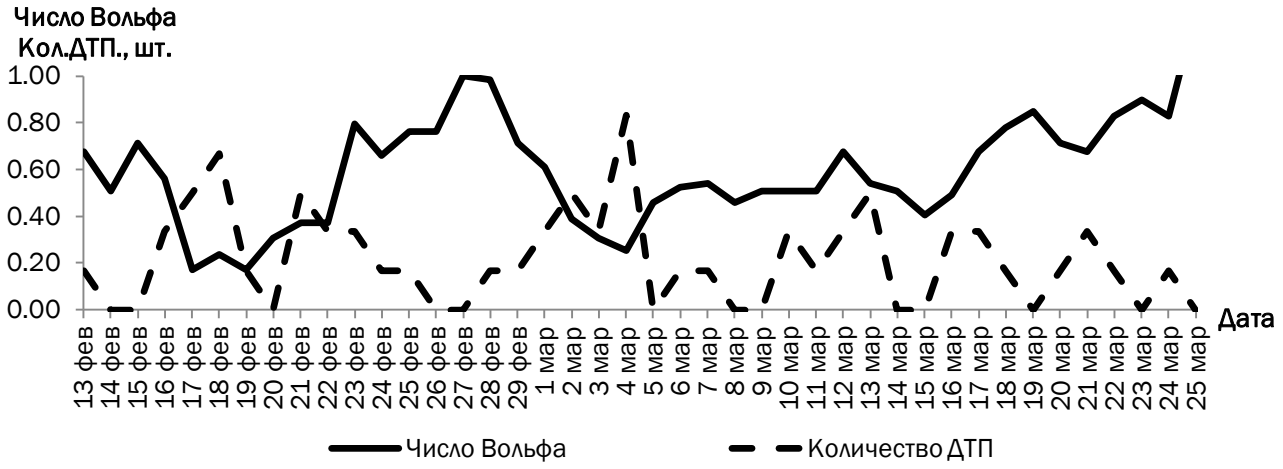
Количество раненных в результате ДТП по Владимирской области и числа Вольфа в южном полушарии Солнца за период 19 июля – 19 сентября 2001 года



Коэффициент корреляции -0,41 при p≤0,01

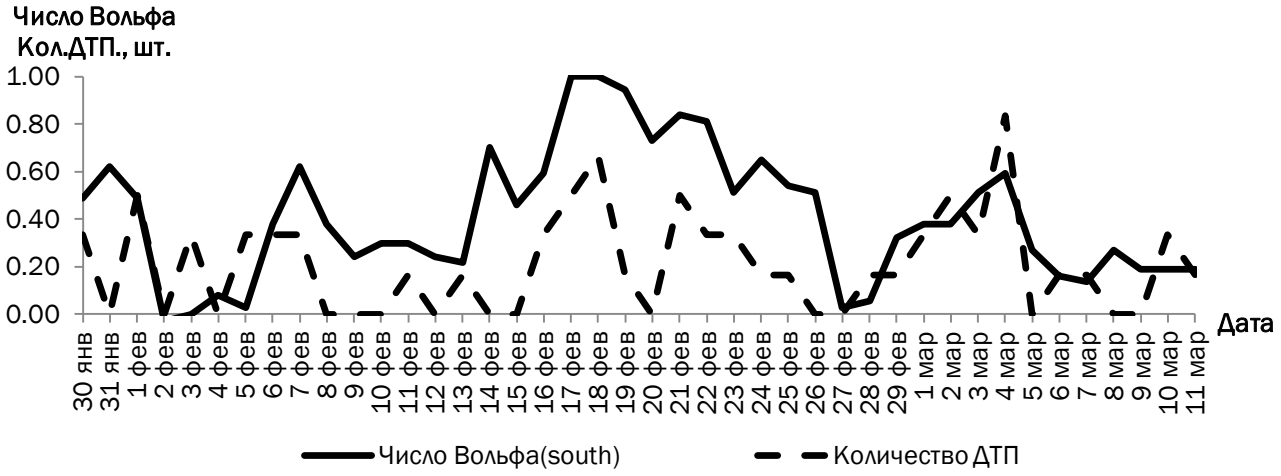
Количество раненных в результате ДТП по Владимирской области и магнитное поле за период 28 июня – 29 августа 2001 года

Исследование взаимосвязи геофизических характеристик пограничного слоя атмосферы с уровнем дорожно-транспортных происшествий по Владимирской области



Коэффициент корреляции -0,46 при p≤0,01

Количество ДТП по Владимирской области и числа Вольфа за период 13 февраля – 25 марта 2004 года



Коэффициент корреляции -0,41 при p≤0,01

Количество ДТП по Владимирской области и числа Вольфа в южном полушарии Солнца за период 30 января – 11 марта 2004 года

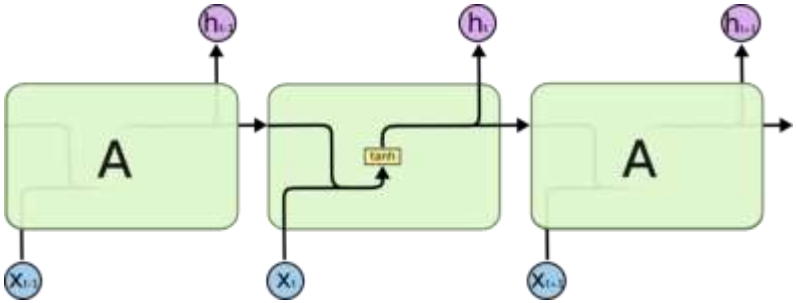
Таблица 1.Значимые коэффициенты корреляции с вероятностью ошибки *p* для количества ДТП, погибших, раненных в результате ДТП, по Владимирской области и чисел Вольфа за 2001-2006 года.

	Анализируемые процессы	дата	Коэффициент корреляции	Вероятнос ошибки,*p*
2001	ДТП и электрическое поле Земли	28.06.2001-24.07.2001	-0,50	≤0,02
	ДТП и геомагнитное поле	28.06.2001-08.08.2001	0,40	≤0,01
	ДТП и Число Вольфа	28.06.2001-29.08.2001	0,50	≤0,001
	Погибшие в результате ДТП и Число Вольфа	19.07.2001-19.09.2001	-0,50	≤0,001
2002	Погибшие в результате ДТП и геомагнитное поле	10.07.2002-21.08.2002	-0,41	≤0,01
2003	Раненные в результате ДТП и Число Вольфа	11.07.2003-11.08.2003	-0,46	≤0,01
2004	ДТП и Число Вольфа	13.02.2004-25.03.2004	-0,46	≤0,01
	Погибшие в результате ДТП и Число Вольфа	24.11.2004-25.12.2004	-0,51	≤0,01
	Раненные в результате ДТП и Число Вольфа	02.02.2004-04.03.2004	-0,47	≤0,01
	Пострадавшие в результате ДТП и Число Вольфа	02.02.2004-04.03.2004	-0,51	≤0,01

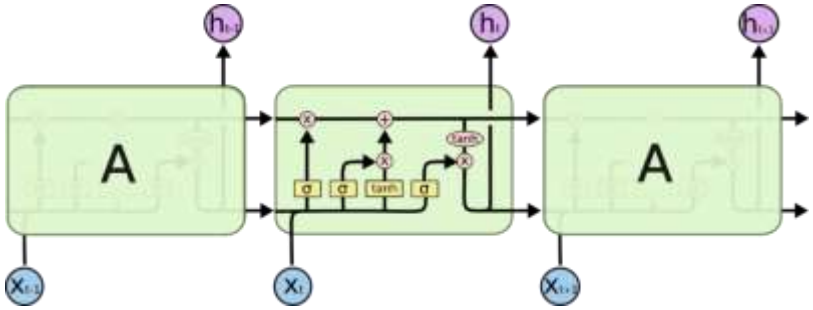
2005	ДТП и магнитное поле Земли	05.04.2005-16.05.2005	-0,46	≤0,01
	ДТП и Число Вольфа	28.01.2005-10.03.2005	0,454	≤0,01
	ДТП и электрическое поле Земли	28.01.2005-28.02.2005	-0,574	≤0,001
	ДТП и Число Вольфа	25.01.2005-25.02.2005	0,50	≤0,01
	Погибшие в результате ДТП и электрическое поле Земли	22.03.2005-02.05.2005	0,50	≤0,001
	Погибшие в результате ДТП и Число Вольфа	20.05.2005-30.06.2005	-0,46	≤0,01
	Погибшие в результате ДТП и электрическое поле Земли	01.04.2005-02.05.2005	0,52	≤0,01
	Погибшие в результате ДТП и Число Вольфа	01.04.2005-02.05.2005	0,50	≤0,01
	Раненные в результате ДТП и магнитное поле Земли	05.04.2005-16.05.2005	-0,50	≤0,02
	Раненные в результате ДТП и электрическое поле Земли	28.01.2005-28.02.2005	-0,50	≤0,01
2006	ДТП и Число Вольфа	27.11.2006-28.12.2006	-0,61	≤0,001
	Погибшие в результате ДТП и электрическое поле Земли	06.01.2006-16.02.2006	0,53	≤0,001
	Погибшие в результате ДТП и Число Вольфа	15.03.2006-25.04.2006	0,50	≤0,001
	Погибшие в результате ДТП и электрическое поле Земли	13.01.2006-13.02.2006	0,69	≤0,001
	Погибшие в результате ДТП и Число Вольфа	21.03.2006-21.04.2006	0,70	≤0,001
	Раненные в результате ДТП и Число Вольфа	03.11.2006-04.12.2006	0,63	≤0,001

Рекуррентные нейронные сети

Слой рекуррентной нейронной сети



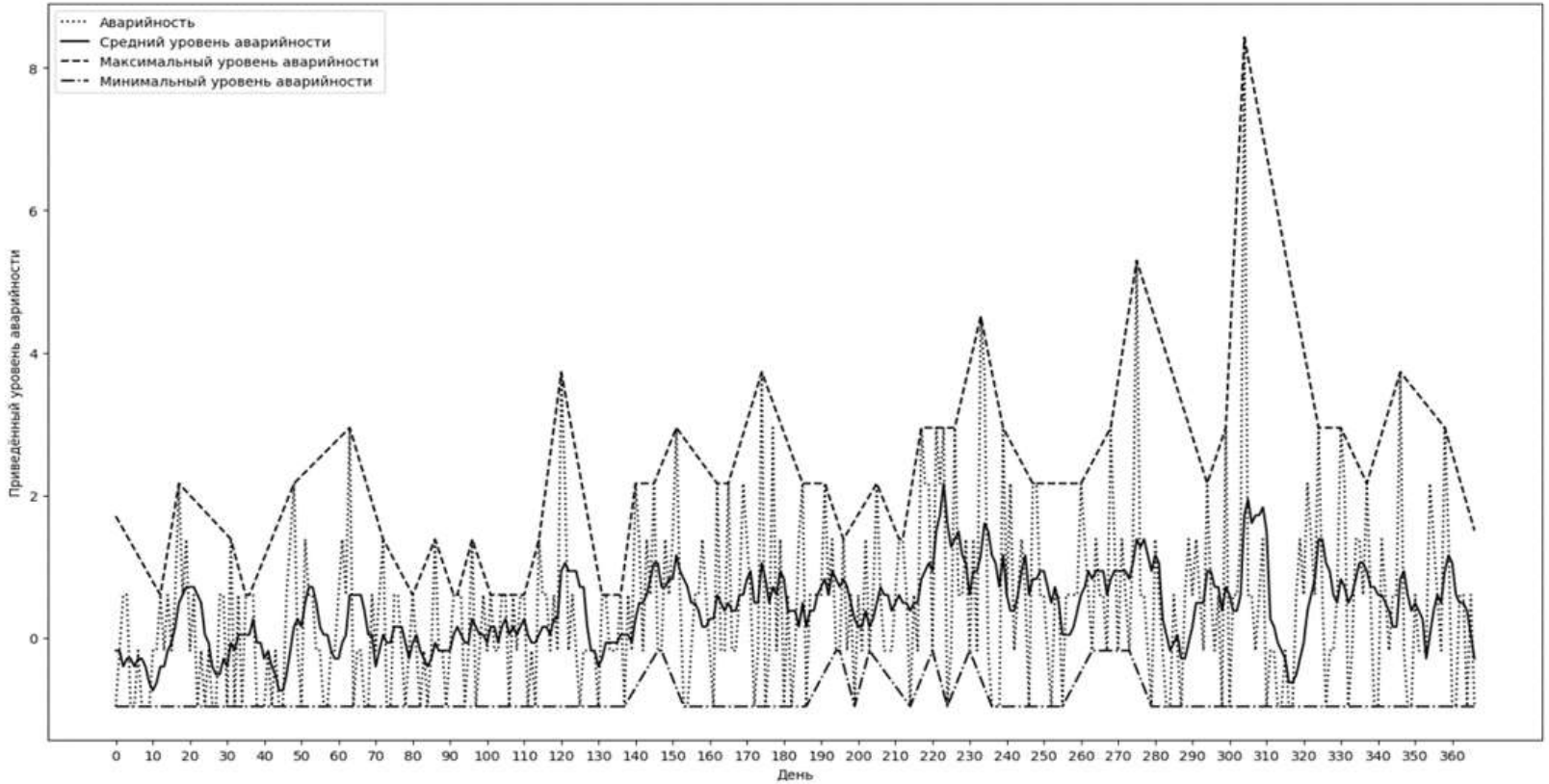
LSTM-слой рекуррентной нейронной сети



Впервые описана
S. Hochreiter and J. Schmidhuber Long Short-Term Memory
Neural Computation, Vol. 9, No. 8, 1997, pp. 1735-178

Изменение аварийности в течение года

данные за период 2001-2010 гг.



- Высокая вариативность данных
- Влияние календарных, сезонных, погодных, географических и др. факторов

- Необходимость дополнительной обработки (преобразования) данных
- Необходимость учета влияния различных факторов при прогнозировании

Результаты обучения нейронной сети

Без учета влияния солнечной активности

№ п/п	Количество		Ошибка	
	Эпох	Повторов	Обучения	Прогноза
1	10	200	0.4974	0.5621
2	30	200	0.4731	0.5544
3	10	400	0.4843	0.5678
4	30	400	0.4522	0.5925
5	20	300	0.4734	0.5574
6	10	300	0.4905	0.5721
7	30	300	0.4612	0.5941
8	20	200	0.4836	0.5677
9	20	400	0.4657	0.5673

С учетом влияния солнечной активности

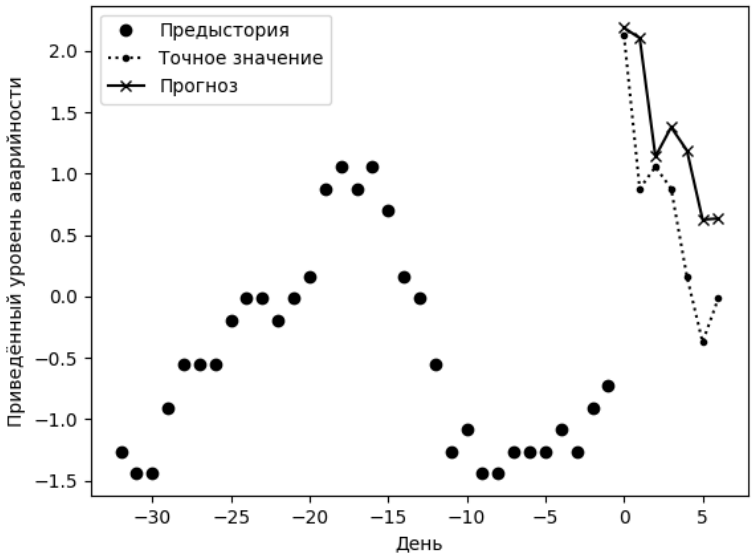
№ п/п	Количество		Ошибка	
	Эпох	Повторов	Обучения	Прогноза
1	10	200	0,4702	0,5233
2	30	200	0,4379	0,5915
3	10	400	0,4516	0,5467
4	30	400	0,4174	0,5820
5	20	300	0,4600	0,5733
6	10	300	0,4624	0,5810
7	30	300	0,4417	0,5712
8	20	200	0,4568	0,5256
9	20	400	0,4215	0,6079

- Данные об аварийности разбиты на обучающую (3000 элементов) и контрольную (652 элемента) выборки.
- Данные из обучающей и контрольной выборки не пересекаются.
- Один фрейм состоит из данных за 32 дня предыстории и за 7 дней данных для прогноза.

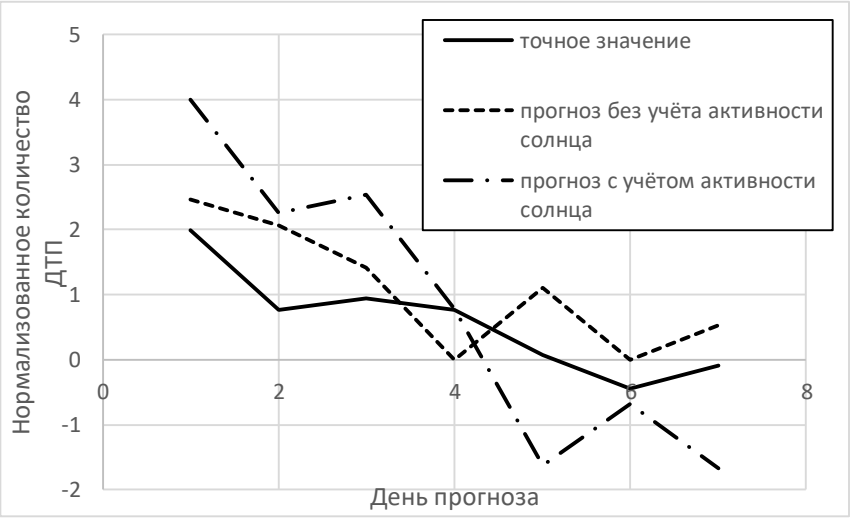
Результаты прогнозирования среднего уровня аварийности

10 эпох по 300 повторов

Без учета влияния солнечной активности



С учетом влияния солнечной активности



- LTSM-рекуррентная нейронная сеть позволяет с достаточной точностью прогнозировать средний уровень аварийности
- Учет влияния солнечной активности позволяет точнее спрогнозировать тенденцию изменения аварийности
- Точность определения среднего уровня аварийности снижается с увеличением продолжительности периода прогноза

Заключение

В целом, исходя из изложенного выше, можно сделать вывод о возможности использования РНС для прогнозирования изменения среднего уровня аварийности с достаточной точностью.

Анализ представленных данных показывает, что прогноз без учета солнечной активности, даёт завышенный уровень аварийности на весь период прогноза. Наиболее точный прогноз оказывается для 1-3 дней, а затем точность прогноза ухудшается.

Учет влияния суммарного числа Вольфа на результаты прогнозирования среднего уровня аварийности позволяет получить более точный прогноз, чем без оного.

Для улучшения результатов прогнозирования в дальнейшей работе необходимо будет подключить дополнительные факторы (электрическое поле Земли, геомагнитное поле, метеофакторы), а также необходимо разработать методику дополнительной обработки экспериментальных данных указанных факторов.

С целью улучшения точности прогноза необходима как реализация прогноза максимального и минимального уровня аварийности.

Список литературы

•Чижевский А.Л. *Космический пульс жизни*.- М.Мысль, 1995.- 786с.

•*Электромагнитные поля в биосфере*. Под редакцией Н.В.Красногорской. В двух томах. М.Наука.700 с.

•Прессман А.С. *Электромагнитные поля и живая природа*. - М.Наука, 1968.-288с.

•Темурьянц Н.А., Владимирский Б.М., Тишкин О.Г. Сверхнизкочастотные электромагнитные сигналы в биологическом мире.- Киев. Наукова думка,1992.- 187с.

•Н.А. Агаджанян, В.Н.Ораевский, И.И. Макарава, Х.Д. Канониди *Медико-биологические эффекты геомагнитных возмущений*. Монография. Москва. ИЗМИРАН.-2001- 136с.

•Temuryants N.A. Biological effect of electromagnetic fields. *Priroda*.-1994.-V.9.-p. 14-20.

•Adey W.R. Physiological signaling across cell membranes and cooperativeinfluences of extremely low frequency electromagnetic fiels. *Biological coherence fnd response to external stimuli*. New York. Springer, 1988. P.97].

•Абаляев А.Ю., Грунская Л.В., Лещев И.А. Использование рекуррентных нейронных сетей для прогнозирования уровня аварийности на дорогах общего пользования / *Труды IV Международная научная конференция «Физика радиоэлектроника в медицине и экологии» ФРЭМЭ-2020*.- 1.07-3.07.2020.- с.272-275.

•L. V. Grunskaya, V. V. Isakevich, and D. V. Isakevich / Geophysical and astrophysical processes in Earth's electric field // Journal of Physics: IOP Publishing ,Conference Series, Volume 1604, VIII All-Russian Conference on Atmospheric Electricity 23-27 September 2019, Nalchik, Russian Federation,2020 *J. Phys.: Conf. Ser*. 1604 012004, p.1-7.- doi:10.1088/1742-6596/1604/1/012004.

•Grunskaya L.V., Leshchev I.A.Evaluation of the influence of solar activity on road and transport accidents in the vladimir region //*Aghajanian's reading materials of III all-russia scientific-practical conference with international participation*, Moscow, Peoples' friendship university of Russia, april 16-18, 2020.- p.64-67.

•Официальный сайт ГИБДД МВД России: http://www.gibdd.ru/section/stat.

•Регионы России. Социально-экономические показатели 2010: http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat/.

•Poornachandra Sarang. Artificial Neural Networks with TensorFlow 2: ANN Architecture Machine Learning Projects // Apress, 2020, 726 p.

•S. Hochreiter and J. Schmidhuber Long Short-Term Memory *Neural Computation*, Vol. 9, No. 8, 1997, pp. 1735-1780.https://www.bioinf.jku.at/publications/older/2604.pdf.

•http://sidc.oma.be/silso/datafiles.