

of agricultural wastes to be used as alternative raw materials for the forest industry. The burning of agricultural wastes that can be used in the production of polymer composites in the fields will be prevented from forest fires and environmental pollution caused by 2019. If composite is produced from agricultural wastes, the need for wood material used for the production of similar materials will decrease, so the reduction of our forest resources can be prevented to some extent.

Bio-pellet production from sap waste. It is of great importance to use agricultural wastes in the form of solid fuel as an energy source in the world and in our country. One of the easiest and most effective methods to generate energy from agricultural wastes is to use these wastes as solid fuel. The most important problem in the utilization of plant wastes as solid fuels is that these wastes have low density and high moisture content. Low density and high moisture content cause transportation and storage problems. For this reason, in order to be able to use plant wastes effectively and easily to generate energy, we need to turn these wastes into pellets after drying, grinding, pressing. Since it is easier to transport pelleted biomass (it reduces the transportation cost by compression), it becomes efficient to use it as a fuel.

Raw material grinding stage waste. The cleaned and tempered wheat is first fed to the crushing system and coarse bran from wheat in this first stage with the grooved rollers and sieve arrangements. Apart from this, the semolina obtained as the main product is cleansed from the shell particles remaining on them with auxiliary semolina cleaning devices, classified and sent to the reduction system. While the reduction system reduces the semolina that reaches it to flour, it also separates the obtained main flour from bran with sieve arrangements. The sieves work together with roller pairs in both crushing and reduction systems, forming the grinding units together. The job of the screens is to separate and classify the material crushed by the rolls. Sieves; They are made with fabrics woven from wire, synthetic, silk fiber. The sieving surface of the sieves is used to estimate the sieving capacity and is calculated as a percentage. The ground wheat coming to the sieves turns into four separate by-products, razmol, bonkalite, embryo and bran.

REFERENCES

1. Aybek, A., Üçok, S., İspir, M. A., Bilgili, M. E., 2015, Türkiye’de Kullanılabilir Hayvansal Gübre ve Tahıl Sap Atıklarının Biyogaz ve Enerji Potansiyelinin Belirlenerek Sayısal Haritalarının Oluşturulması, *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 12 (03), 109-113.
2. Elgün, A., 2017, Tahıl İşleme Teknolojisi. Konya, 2-50.
3. Özlü, S., Shiranjang, R., Elibol, O., Karaca, A., Türkoğlu, M., 2017, Kâğıt Sanayi Atıklarının Altlık Materyali Olarak Kullanılmasının Etlik Piliç Performansı Üzerine Etkisi, *Tavukçuluk Araştırma Dergisi*, 14 (2), 12-17.
4. Yaman, K., 2012, Bitkisel Atıkların Değerlendirilmesi ve Ekonomik Önemi, *Kastamonu Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 12 (2), 342.

МЕТОДИКА ПРЕДВАРИТЕЛЬНОГО АНАЛИЗА КАЧЕСТВА И ОТБОРА ДАННЫХ ИЗМЕРЕНИЙ СИСТЕМОЙ МОНИТОРИНГА АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА ДЛЯ ПОСЛЕДУЮЩЕЙ ОБРАБОТКИ

METHOD OF PRELIMINARY QUALITY ANALYSIS AND SELECTION OF MEASUREMENT DATA BY ATMOSPHERIC AIR MONITORING SYSTEM FOR FURTHER TREATMENT

П. Н. Павленко¹, Е. А. Мельник², А. М. Людчик³

P. N. Paulenka, E. A. Melnik, A. M. Liudchik

¹*Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь
pavlenko_pn@mail.ru*

²*Республиканский центр по гидрометеорологии, контролю радиоактивного загрязнения
и мониторингу окружающей среды, г. Минск, Республика Беларусь
kbb@rad.org.by*

³*Национальный научно-исследовательский центр мониторинга озоносферы
Белорусского государственного университета,
г. Минск, Республика Беларусь
liudchikam@tut.by*

*Belarusian National Technical University, Minsk, Republic of Belarus
Republican Center for Hydrometeorology, Control of Radioactive Contamination
and Environmental Monitoring, Minsk, Republic of Belarus
National Ozone Monitoring Research Centre of the Belarusian State University, Minsk, Republic of Belarus*

Разработана методика и компьютерная программа для предварительного анализа и отбора качественных данных наблюдений системы мониторинга атмосферного воздуха с целью формирования унифицированной

базы данных и дальнейшей более сложной обработки. Программа преобразует данные к единому заданному формату, анализирует полноту данных наблюдений в отдельные сроки наблюдений и возможные ошибки из-за некачественной работы измерительной техники, рассчитывает среднемесячные значения измеренных параметров и их дисперсии.

A methodology and a computer program have been developed for preliminary analysis and selection of qualitative observational data by the atmospheric air monitoring system in order to form a unified database and further more complex processing. The program converts the data to a single specified format, analyzes the completeness of observation data at individual observation periods and possible errors due to poor-quality measuring equipment, calculates the monthly average values of the measured parameters and their variances.

Ключевые слова: мониторинг атмосферного воздуха, приземный озон, антропогенные загрязнители воздуха, формат данных.

Keywords: ambient air monitoring, ground-level ozone, anthropogenic air pollutants, data format.

<https://doi.org/10.46646/SAKH-2021-2-195-198>

На протяжении ряда лет Национальный научно-исследовательский центр мониторинга озоносферы (ННИЦ МО) Белгосуниверситета занимается изучением влияния малых газовых составляющих атмосферы на концентрацию приземного озона в Беларуси. Исследования базируются на данных Белгидромета.

Наблюдения за состоянием атмосферного воздуха в Республике Беларусь ведутся с 1965 г. Длительный процесс формирования системы мониторинга атмосферного воздуха на основе классических принципов «союзной» Общегосударственной системы наблюдений и контроля был практически завершен в 90-е годы. Уже в тот период была создана стационарная сеть наблюдений, налажен регулярный отбор проб, сформирована совершенная на момент создания лабораторно-аналитическая база, обеспечено научное сопровождение мониторинга со стороны мощных научно-исследовательских институтов Госкомгидромета СССР. В последние десятилетия в связи с распадом Советского союза в Республике Беларусь возникла необходимость корректировки структуры и технологии ведения мониторинга атмосферного воздуха.

Несмотря на проблемы финансирования в период 1992-2002 гг., сеть мониторинга в Беларуси сохранилась, и наблюдения проводились с регулярной периодичностью практически на всех стационарных пунктах. В последнее десятилетие произошло существенное расширение сети. В городах Витебск, Могилев, Новополоцк и в районе Мозырского промузла открыты дополнительные стационарные пункты, организованы стационарные наблюдения за загрязнением воздуха и атмосферными осадками в городах Жлобин, Лида, Борисов и Барановичи. Начиная с 2007 г., сеть комплектуется автоматическими станциями наблюдений. Несмотря на существующие до сих пор проблемы поверки и калибровки измерительной аппаратуры, сеть мониторинга атмосферного воздуха в Беларуси развивается и совершенствуется.

Получаемые из Белгидромета данные наблюдений в ННИЦ МО вначале подвергаются визуальному контролю с целью проверки их полноты, предварительной оценки качества измерений и формирования исправленной базы данных. Эта работа с учетом большого объема данных наблюдений отнимает достаточно много времени, поэтому было принято решение максимально ее автоматизировать, разработав компьютерную программу. Исходными данными для программы являются месячные файлы наблюдений с отдельных пунктов в текстовом формате csv (comma separated values). Методика обработки включает следующие этапы.

Форматы файлов данных с различных пунктов наблюдений иногда различаются, а иногда формат файла с одного и того же пункта меняется со временем. Причина – в расширении списка контролируемых пунктов.

Форматы файлов данных с различных пунктов наблюдений иногда различаются, а иногда формат файла с одного и того же пункта меняется со временем. Причина – в количестве определяемых составляющих атмосферного воздуха на конкретном пункте наблюдений, которое может изменяться по ряду причин. Подобная ситуация показана на рис. 1 под номером 1: если в одном файле концентрация приземного озона записана в колонке I, то в другом файле она находится в колонке K.

Очевидно, такая проблема может быть легко автоматически исправлена, если идентификацию данных проводить не по порядковым номерам колонок, а по их именам. После этого формируется исправленный файл со «стандартным» порядком следования последних. Осуществляется также проверка правильности формата данных. В частности, на рис. 1 видно, что форматы даты в двух файлах различаются, и требуется коррекция.

Анализ полноты данных наблюдений

Существует целый ряд причин, по которым измерения концентраций отдельных загрязнителей атмосферы на пункте наблюдений в некоторые дни и сроки не проводятся, и соответствующие поля в месячном файле данных остаются незаполненными (рис. 1 случай 2). Очевидно, в такой ситуации наблюдения за заданный срок следует считать неполными и исключить их из списка качественных. Полнота данных проверяется для каждого срока наблюдений на основе заранее заданного списка веществ, концентрации которых планируется использовать в последующей обработке. Отобранные из месячного файла наблюдения предварительно размещаются в массивах для дальнейшего анализа и последующего сохранения в базе исправленных данных. Сведения о наблюдениях, исключенных по причине их неполноты, сохраняются в файле протокола работы.

Анализ правильности формата данных и его исправление

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	Дата	Город	Станция	Диоксид	Оксид угл	Диоксид	Оксид азс	Суммарн	Приземн	Бензол (м То
2	31.01.2019 23:00	Витебск	3	22,13667	380,4	14,18333	8,23	22,41667	24,06333	0,016667 0,
3	31.01.2019 22:00	Витебск	3	22,08	404,7333	14,84333	8,069667	22,91	23,71	0,01
4	31.01.2019 21:00	Витебск	3	21,99	442,5	16,51	8,343333	24,85667	24,63667	0,03 0,
5	31.01.2019 20:00	Витебск	3	21,86667	541,6667	18,50667	8,44	26,95	26,23	0,03
6	31.01.2019 19:00	Витебск	3	22,30333	653,3333	21,42	8,61	30,03	25,79333	0,043333 0,
7	31.01.2019 18:00	Витебск	3	22,53	735,3667	26,48333	8,643333	35,12667	20,07667	0,036667
8	31.01.2019 17:00	Витебск	3	22,27333	878,9	29,53	8,87	38,39667	17,93667	0,06 0,
9	31.01.2019 16:00	Витебск	3	22,52333	904,8	25,11	8,73	33,84	18,37	0,053333 0,
10	31.01.2019 15:00	Витебск	3	22,46	859,8333	24,77667	8,64	33,41667	18,55	0,063333
11	31.01.2019 14:00	Витебск	3	22,5	932,0333	25,92	8,74	34,66	18,33	0,063333 0,

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	
1	Дата	Город	Станция	ТЧ-10 (мк)	ТЧ-2,5 (м)	Диоксид	Оксид угл	Диоксид	Оксид азс	Суммарн	Приземн	Бен
2	31.08.15 23:00	Минск	11			35,09333	212,4333				72,93333	
3	31.08.15 22:00	Минск	11			41,25667	326,5				41,57667	
4	31.08.15 21:00	Минск	11			35,43	478,2667				21,35333	2,7
5	31.08.15 20:00	Минск	11			32,55	453,3667				17,68667	1,7
6	31.08.15 19:00	Минск	11			32,67	339,4333				54,20333	
7	31.08.15 18:00	Минск	11			32,65667	230,4333				99,16	0,7
8	31.08.15 17:00	Минск	11			32,50333	227,1				108,3867	
9	31.08.15 16:00	Минск	11			32,37633	249,4667				107,3067	
10	31.08.15 15:00	Минск	11			32,43333	239,5333				99,55333	
11	31.08.15 14:00	Минск	11			32,76	223,9				99,8	0,6
12	31.08.15 13:00	Минск	11			32,98	228,6				98,71667	0,9
13	31.08.15 12:00	Минск	11			32,86667	289,3				81,43667	1,4
14	31.08.15 11:00	Минск	11			32,85667	396,9				49,75333	2,7
15	31.08.15 10:00	Минск	11			33,66	524,1997				20,75	3,9
16	31.08.15 09:00	Минск	11			34,81667	732,1667				9,676667	4,6

Рис. 1 – Примеры несоответствия форматов файлов данных (1) и отсутствия измерений одного или нескольких веществ (2)

Анализ качества измерений отдельной наблюдаемой величины

Для всех измеряемых величин определяются минимальные и максимальные значения, средние значения за месяц и дисперсии. Среднемесячные значения и дисперсии рассчитываются, если полные данные представлены за более чем 20 дней месяца. Иначе расчет не проводится, об этом сообщается в протоколе работы, и дальнейшая работа со средними и дисперсиями отменяется.

Здесь следует заметить, что метеорологические условия оказывают сильное влияние на концентрацию загрязнений приземного воздуха. Они непосредственно учитываются при анализе суточного и сезонного хода концентраций загрязнений. Поскольку метеорологические наблюдения проводятся с периодом в три часа, рационально усреднять результаты более частых измерений загрязнений около метеорологических сроков. Это предоставляет возможность также исключать из рассмотрения группы данных измерений концентраций загрязнений около заданного метеорологического срока, характеризующиеся слишком высокой дисперсией. Возможно, это весьма спорное предложение, однако оно позволяет отвлечься от периодов быстрого изменения концентраций загрязнений с учетом относительно короткого времени установления химического равновесия. В частности, при обработке данных по приземному озону из рассмотрения исключаются данные, среднее квадратичное отклонение которых около текущего метеорологического срока превышает 20 ppb (в формируемой исправленной базе данных все концентрации выражаются в единицах ppb).

Данные о загрязнении воздуха представляются с периодичностью в 1 час. Усреднение около метеорологического срока проводится с данными за час до срока, в срок и через час после срока. Необходимым условием проведения расчета среднего значения и дисперсии является наличие хотя бы двух измерений из трех.

Рассчитанные минимальные и максимальные значения сравниваются с допустимыми границами изменения анализируемой концентрации. Если измеренные концентрации выходят за пределы границ, об этом делается запись в протоколе работы, и соответствующие наблюдения исключаются из списка, подготовленного для сохранения в базе данных.

Рассчитанные за месяц дисперсии концентраций загрязнений служат для оценки качества измерений: слишком большая дисперсия по сравнению с заранее заданными величинами может служить указанием на сбой в работе измерительного прибора. Если так, месячные измерения с пункта наблюдений исключаются из базы данных и об этом сообщается в протоколе.

Графики измеренных концентраций

Графики измеренных концентраций загрязнений, приведенные к единому масштабу, выводятся на экран для дополнительного визуального анализа с возможностью внесения комментариев в протокол работы программы и принятия окончательного решения относительно возможности включения рассматриваемых месячных наблюдений в базу данных.

Формирование исправленного месячного файла. Комментарии

После исключения «подозрительных» наблюдений (имеется в виду исключение всей совокупности измеренных концентраций загрязнителей атмосферы, учитываемых в заданном режиме работы программы) на заданные дату и время формируется и записывается добавка к файлу соответствующей базы данных. Дополнительные комментарии вносятся в протокол работы.

Пересчет многолетних месячных средних значений контролируемых параметров

В случае, когда рассчитаны среднемесячные значения и дисперсии всех анализируемых величин, осуществляется пополнение многолетних рядов среднемесячных значений и коррекция их многолетних средних значений и дисперсии.

Исходные данные для программы

1. Начало и конец анализируемого периода

2. Список анализируемых данных, их наименования в исходных файлах с результатами измерений (колонка «Название») и наименования в формируемой «исправленной» базе данных (колонка «Переменная»), допустимые границы их изменений (колонки «Максимум» и «Минимум»), значения допустимых среднеквадратичных отклонений при усреднении около метеорологических сроков (колонка « σ »), а также максимально возможные среднеквадратичные отклонения месячных значений каждой из анализируемых концентраций загрязнений (колонка « $\sigma_{\text{мес}}$ »). Пример приведен в таблице 1.

3. Пути к каталогу с данными отдельных пунктов наблюдений.

Таблица 1 – Пример входной информации об анализируемых загрязнителях

Переменная	Название	Минимум	Максимум	σ	$\sigma_{\text{мес}}$
SO ₂	Диоксид серы (мкг/м ³)	0	100.	10.	200.
CO	Оксид углерода (мкг/м ³)	50.	2000.	30.	200.
NO ₂	Диоксид азота (мкг/м ³)	0.	100.	20.	200.
NO	Оксид азота (мкг/м ³)	0.	100.	20.	200.
O ₃	Приземный озон (мкг/м ³)	0.	200.	40.	100.
Бензол	Бензол (мкг/м ³)	0.	2.	0.1	1.
Толуол	Толуол (мкг/м ³)	0.	2.	0.1	1.
Ксилол	Ксилол (мкг/м ³)	0.	2.	0.1	1.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ СОДЕРЖАНИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ В ЗОНЕ НАБЛЮДЕНИЯ БЕЛОРУССКОЙ АТОМНОЙ СТАНЦИИ RESULTS OF THE RESEARCH ON HEAVY METAL CONTENT IN BOTTOM SEDIMENT IN THE SUPERVISED AREA OF THE BELARUSIAN NUCLEAR POWER PLANT

А. И. Позднякова, М. Г. Герменчук
A. I. Pozdnyakova, M. G. Germenchuk

Белорусский государственный университет, МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ
г. Минск, Республика Беларусь
anastacia.pozdnyakova@gmail.com
Belarusian State University, ISEI BSU, Minsk, Republic of Belarus

В статье представлены результаты исследования донных отложений в зоне наблюдения Белорусской АЭС. На основе литературных данных были рассчитаны приблизительные коэффициенты содержания тяжелых металлов в донных отложениях и в водоеме в целом. На основании экспериментальных данных были оценены фоновый и критический уровни загрязнения рек в зоне наблюдения Белорусской АЭС.