

УДК 628.5

UDC 628.5

05.00.00 Технические науки

Technical Sciences

**МОНИТОРИНГ ПРОМЫШЛЕННЫХ  
ВЫБРОСОВ В АТМОСФЕРЕ  
НОВОЧЕРКАССКОЙ ГРЭС**

**MONITORING OF INDUSTRIAL EMISSIONS  
TO THE ATMOSPHERE OF  
NOVOCHERKASSK SDPP**

Бушумов Святослав Андреевич  
магистрант 20.04.01 Техносферная безопасность  
[bushumov@list.ru](mailto:bushumov@list.ru)  
*Кубанский государственный технологический  
университет, г.Краснодар, Россия*

Bushumov Svyatoslav Andreevich  
undergraduate of 20.04.01 Technosphere safety  
[bushumov@list.ru](mailto:bushumov@list.ru)  
*Kuban State Technological University, Krasnodar,  
Russia*

Короткова Татьяна Германовна  
д.т.н., профессор, SPIN-код: 3212-7120  
[korotkova1964@mail.ru](mailto:korotkova1964@mail.ru)  
*Кубанский государственный технологический  
университет, г.Краснодар, Россия*

Korotkova Tatyana Germanovna  
Dr.Sci.Tech., professor, SPIN-code: 3212-7120  
[korotkova1964@mail.ru](mailto:korotkova1964@mail.ru)  
*Kuban State Technological University, Krasnodar,  
Russia*

Бурлака Светлана Дмитриевна  
к.т.н., доцент, SPIN-код: 9028-1687  
*Кубанский государственный технологический  
университет, г.Краснодар, Россия*

Burlaka Svetlana Dmitrievna  
Cand.Tech.Sci., assistant professor  
*Kuban State Technological University, Krasnodar,  
Russia*

Хачатуров Владимир Николаевич  
к.п.н., доцент, AuthorID: 465943  
*Майкопский государственный технологический  
университет, г.Майкоп, Россия*

Hachaturov Vladimir Nikolaevich  
Cand.Ped.Sci., assistant professor  
*Maikop State Technological University, Maikop,  
Russia*

Сай Юлия Васильевна  
магистрант 20.04.01 Техносферная безопасность  
*Кубанский государственный технологический  
университет, г.Краснодар, Россия*

Say Yuliya Vasilevna  
undergraduate 20.04.01 Technosphere safety  
*Kuban State Technological University, Krasnodar,  
Russia*

При сжигании топлива на тепловых электростанциях образуются продукты сгорания, в которых содержатся: летучая зола, частички несгоревшего пылевидного топлива, серный и сернистый ангидрид, оксид азота, газообразные продукты неполного сгорания, соли натрия, частицы сажи, диоксид кальция и др. Попадая в атмосферу, они наносят большой вред компонентам биосферы. В статье приведен лабораторный анализ промышленных выбросов в атмосферу 1-7 энергоблоков за 2015 г. и 2016 г. Новочеркасской ГРЭС. Определены компоненты NO<sub>2</sub>, NO, CO, SO<sub>2</sub>, C (сажа). Установлено, что за весь наблюдаемый период превышений предельно-допустимых выбросов не выявлено. Выбросы каждого из компонентов находятся в пределах одного уровня и являются стабильными

When combustion of fuel in thermal power plants, combustion products are formed, which contain: fly ash, particles of unburnt pulverized fuel, sulfuric and sulfur dioxide, nitrogen oxide, gaseous products of incomplete combustion, sodium salts, soot particles, calcium dioxide, etc. Getting into the atmosphere, they cause great harm to the components of the biosphere. The article presents a laboratory analysis of industrial emissions into the atmosphere of 1-7 power units for 2015 and 2016 at Novochoerkassk State District Power Plant. The components NO<sub>2</sub>, NO, CO, SO<sub>2</sub>, C (soot) have been determined. It is established that for the whole observed period of excess of maximum permissible emissions was not revealed. Emissions of each of the components are within the same level and are stable

Ключевые слова: ПРОМЫШЛЕННЫЕ ВЫБРОСЫ В АТМОСФЕРЕ, ТЕПЛОВЫЕ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ, ЛАБОРАТОРНЫЙ КОНТРОЛЬ

Keywords: INDUSTRIAL EMISSIONS TO THE ATMOSPHERE, THERMAL POWER PLANT, LABORATORY CONTROL

Doi: 10.21515/1990-4665-127-063

Для обеспечения рабочего цикла тепловых электростанций необходим постоянный подвод теплоты. Теплота образуется в результате сжигания топлива. На отечественных теплоэлектростанциях (ТЭС, ГРЭС, ТЭЦ) используются природный газ, уголь (каменный и бурый), торф и мазут. При сжигании топлива образуются продукты сгорания, содержащие летучую золу, частицы несгоревшего топлива, оксид азота, оксид серы, кокс, частицы сажи, мышьяк, оксид кальция и др. Попадая в атмосферу, они наносят большой вред не только атмосфере, но и гидросфере, литосфере, населению, городским объектам и т.д.

Технология генерации энергии связана с большим количеством отходов, выбрасываемых в окружающую среду. Проблема влияния энергетики на природу становится особенно острой. С одного энергоблока автономно работающей комбинированной двухступенчатой золоулавливающей установки (при сжигании 100 тонн твердого топлива в час и расхода газа 20 м<sup>3</sup>/ч) количество золы, уходящей с дымовыми газами в атмосферу, равно порядка 1,5 тонн в час [1].

Новочеркасская городская районная электростанция (ГРЭС) является источником генерации электроэнергии в Ростовской области (п. Донской), входит в состав ПАО «ОГК-2» (Публичное акционерное общество «Вторая генерирующая компания оптового рынка электроэнергии»). Выработанная в Ростовской области энергия поступает в Краснодарский и Ставропольский края, Волгоградскую область и Крым. В настоящее время на территории ГРЭС расположены 9 энергоблоков. Девятый энергоблок введен в эксплуатацию в июле 2016 г. [2]. Деятельность 8 энергоблока приостановлена.

Технологические стадии производства и техногенные отходы Новочеркасской ГРЭС рассмотрены в работе [3]. Каждый энергоблок представляет собой технологический комплекс для производства электроэнергии, основным оборудованием которого является котел.

Энергоблок оснащен тремя пылесистемами, предназначенными для размола угля до угольной пыли и последующей сушки этой пыли. Для сжигания угольной пыли в топке котла организован пылевоздушный вихревой поток.

В работе [4] определен количественный химический состав золошлаковой смеси, образующейся в результате сгорания угля марки Донецкий антрацитовый штыб (АШ). Установлено, что золошлаковая смесь Новочеркасской ГРЭС от сжигания углей имеет состав: железо – 2,3%; минеральные составляющие – 75,8%; оксид кальция – 20,4%; алюминия оксид – 0,0118%; вода – 1,3022%; марганца оксид – 0,18%; меди оксид – 0,0043%; свинец – 0,0017%, отнесена к IV классу опасности для окружающей природной среды. Кадмий, ртуть, мышьяк, селен, сурьма, висмут содержатся в незначительных количествах  $< 0,1$  мг/кг. Для снижения пылевых выбросов в технологическую схему очистки отводящих газов в качестве I-й ступени очистки включен групповой циклон, состоящий из 4-х циклонных аппаратов, эффективность работы которого рассмотрена в работе [5].

С помощью микроскопа «Биомед-3» в работе [6] получены фотографии частиц золы Новочеркасской ГРЭС с разной кратностью увеличения. Гранулометрический состав зол, отобранных из транспортной сети после электрофильтра, из циклона и из рукавного фильтра, определен по массовому содержанию в нем частиц различной крупности, выраженный в процентах по отношению к массе сухой пробы золы, взятой для анализа. Установлено, что циклоном улавливаются крупные и средние частицы. Фильтром улавливаются мелкие частицы  $< 0,5$  мм, из которых 92,87 % составляют частицы с размером  $< 0,1$  мм.

В данной работе приведена статистика промышленных выбросов в атмосферу 1-7 энергоблоками с марта 2015 г. по февраль 2017 г. Измерения проведены по компонентам  $\text{NO}_2$ ,  $\text{NO}$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{SO}_2$ , С (сажа).

На энергоблоках 1-4 в качестве основного топлива используются мазут и антрацитовый штыб. Очистка продуктов сгорания осуществляется скрубберами Вентури, что позволяет частично осадить окислы серы и азота и значительно очистить отходящие газы от золошлака, в т.ч. сажи. В технологическом процессе энергоблоков 5-7 в качестве топлива используют смесь природного газа и мазута. Очистка промышленных выбросов от твёрдых компонентов осуществляется при помощи золоулавливающих установок (электрофильтров с последующей доочисткой рукавными фильтрами). Это позволило значительно снизить выброс твёрдых компонентов. При сгорании газо-мазутной смеси образуются значительные количества оксидов азота, серы, углерода. В качестве побочных продуктов горения присутствуют полиароматические углеводороды (ПАУ), наиболее токсичным компонентом является 1,4-безпирен (бенз(а)пирен).

Лабораторный анализ промышленных выбросов проводился ежемесячно в течение двух лет (2015-2017 гг.) согласно плану-графику контроля. В качестве оборудования для отбора и испытания проб промышленных газов использовали газоанализатор дымовых газов «Testo 350 XL», аспиратор ПУ-4Э, манометр ДМЦ-01 М, трубку напорную модификации «НИИОГАЗ», весы аналитические лабораторные Adventurer AR 2140. Измерения проводились в соответствии с действующей в указанные годы методикой Федерального реестра ФР.1.31.2001.00384 «Методика измерения массовой концентрации сажи в промышленных выбросах и в воздухе рабочей зоны» и Руководством по эксплуатации анализатора дымовых газов для промышленности «Testo 350 XL» (определение содержания оксидов азота, серы и углерода) (рисунок 1).

На рисунках 2-8 представлены зависимости мощности выбросов загрязняющих веществ, приведенные к нормальным условиям (н.у.), г/с, от времени проведения мониторинга (ежемесячно с 2015 г. по 2017 г.).

Каждая из графических зависимостей показывает уровень выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух для конкретного энергоблока. За некоторые периоды времени отсутствует информация о выбросах отдельных энергоблоков, что объясняется проведением периодических ремонтных работ.

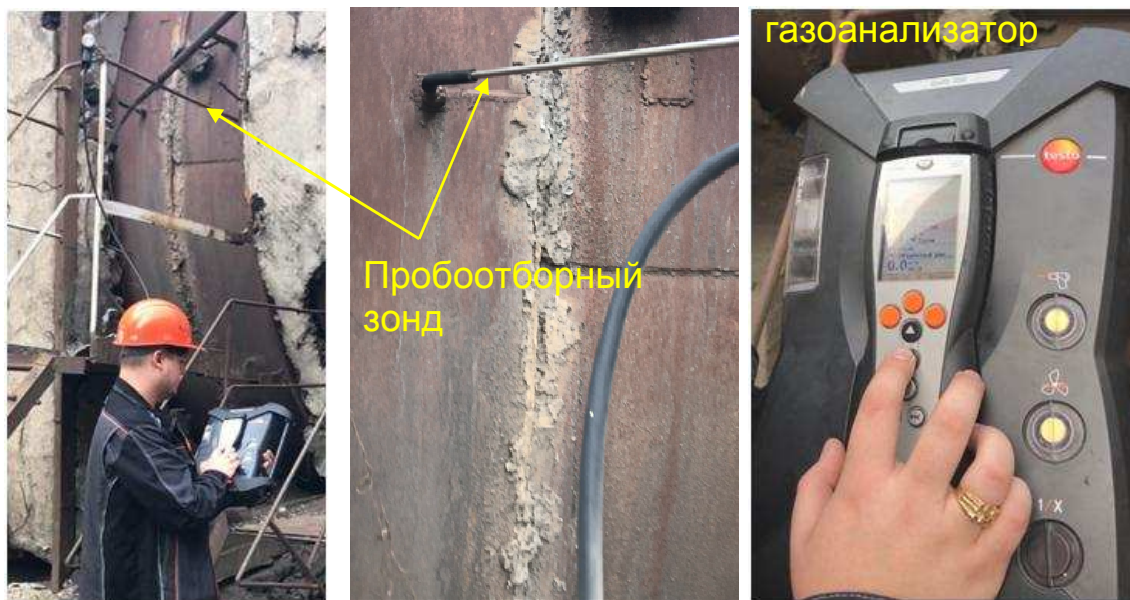


Рисунок 1 – Пробоотборный зонд  
и газоанализатор дымовых газов «Testo 350 XL»

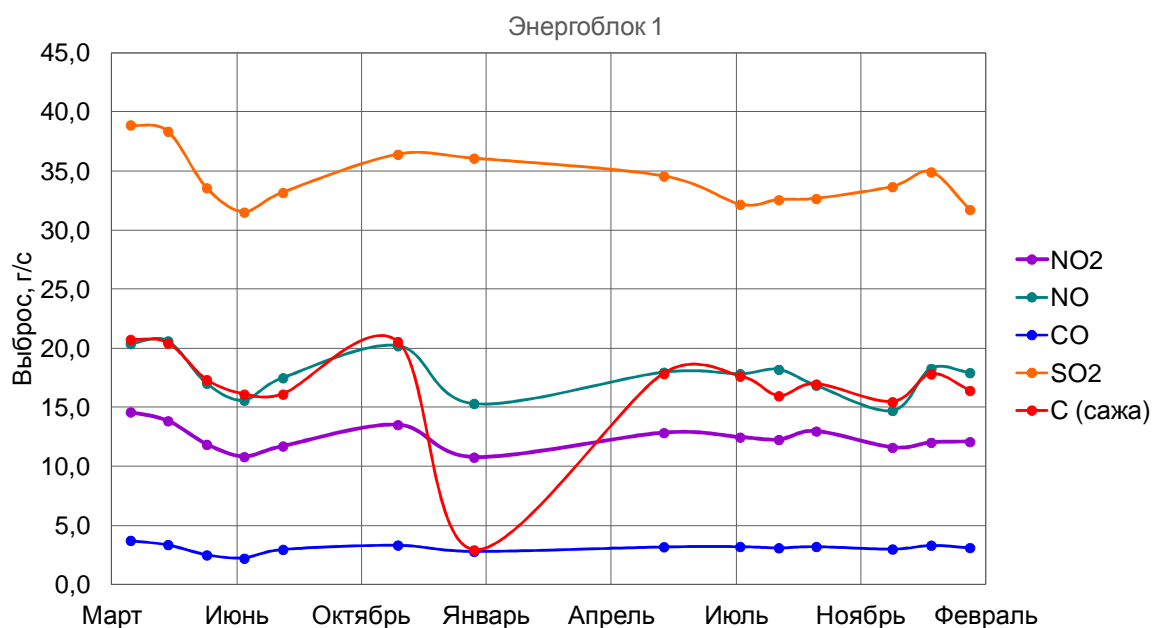


Рисунок 2 – Статистика выбросов вредных веществ энергоблока 1

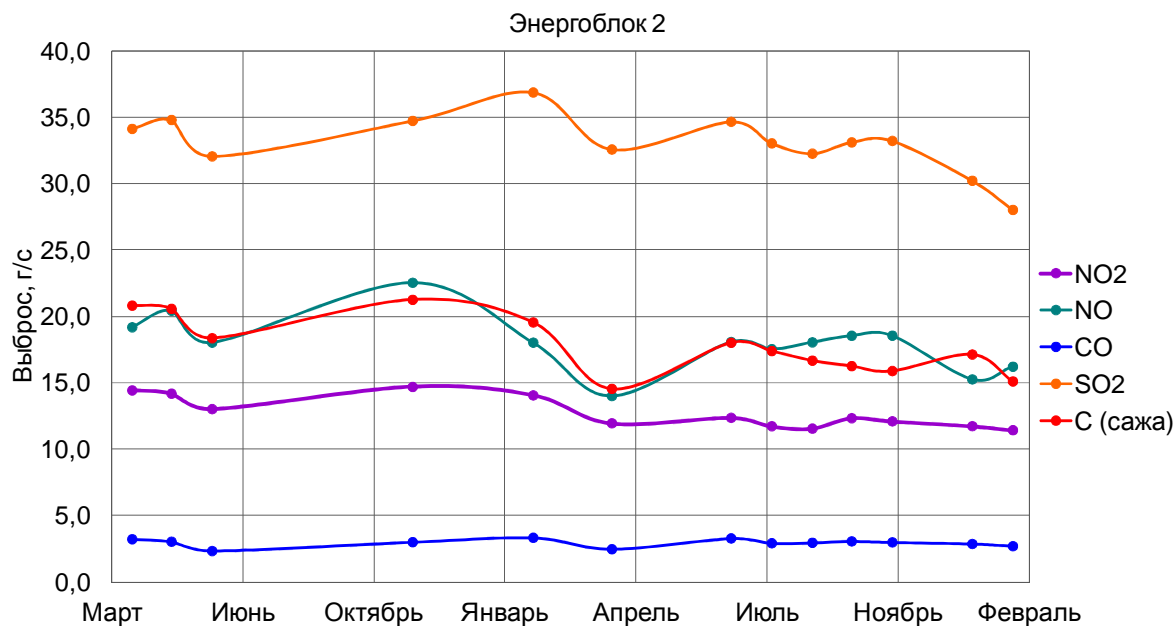


Рисунок 3 – Статистика выбросов вредных веществ энергоблока 2

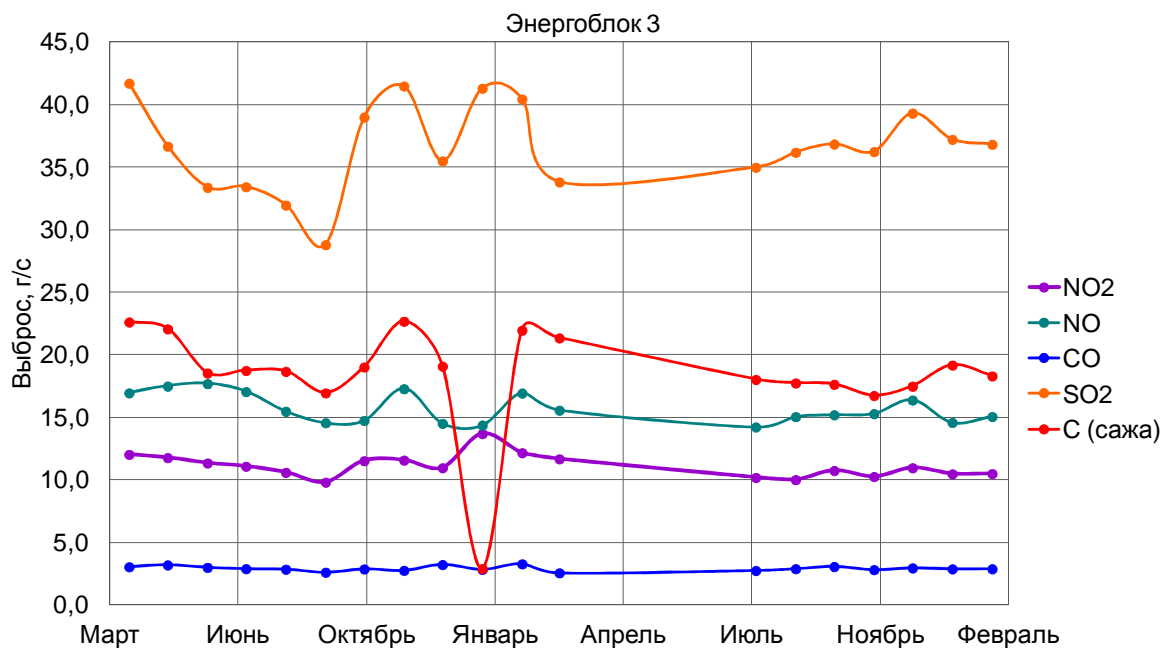


Рисунок 4 – Статистика выбросов вредных веществ энергоблока 3

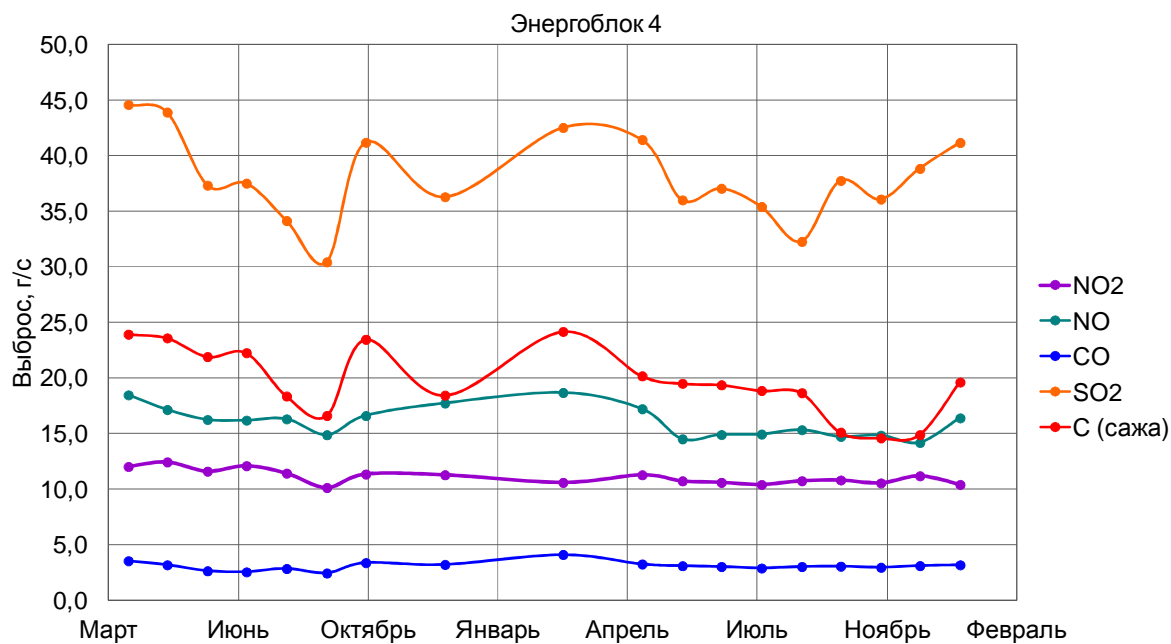


Рисунок 5 – Статистика выбросов вредных веществ энергоблока 4

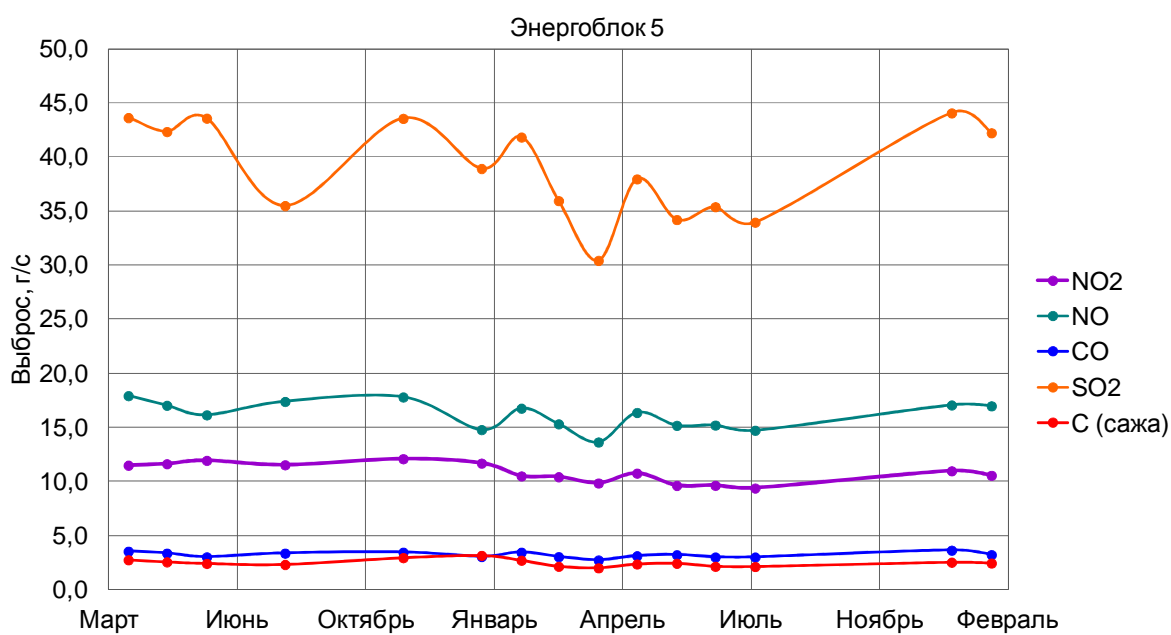


Рисунок 6 – Статистика выбросов вредных веществ энергоблока 5

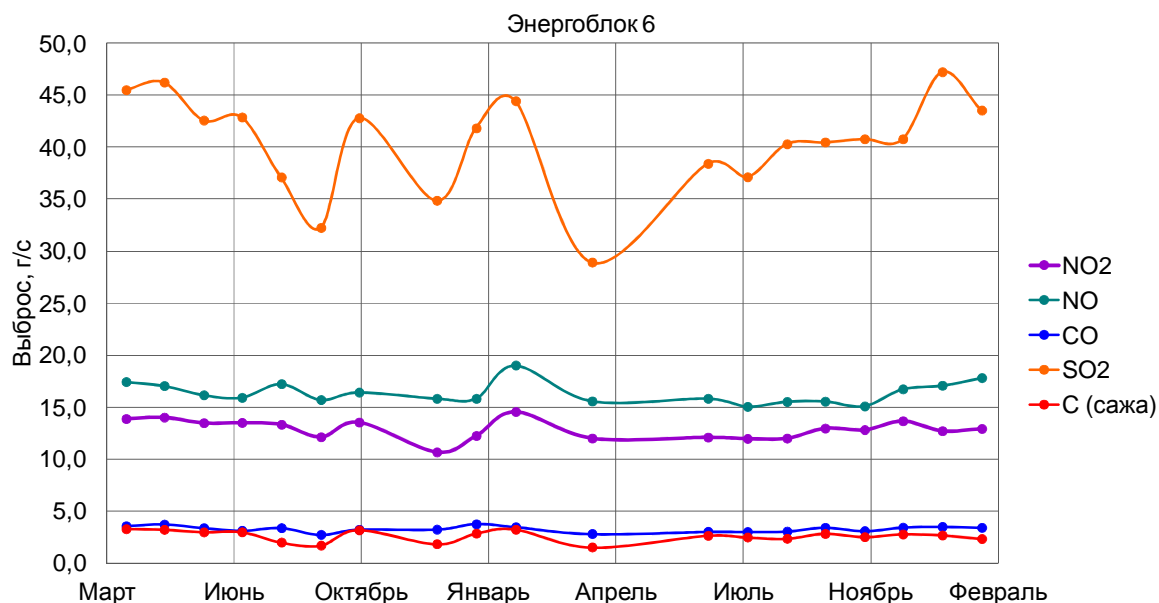


Рисунок 7 – Статистика выбросов вредных веществ энергоблока 6

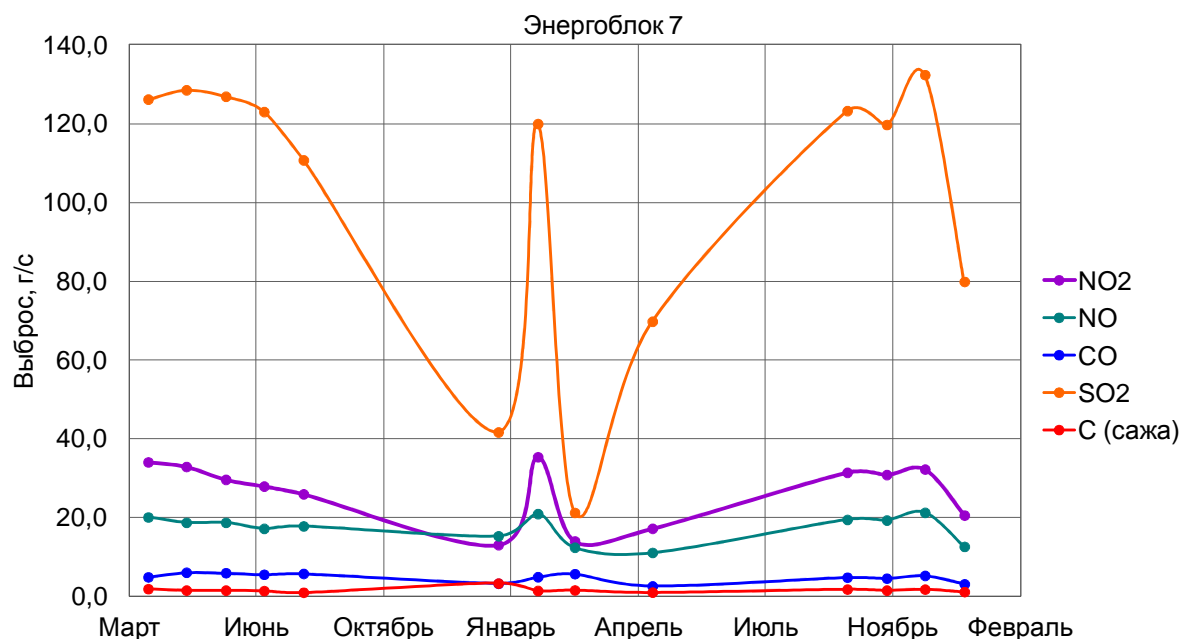


Рисунок 8 – Статистика выбросов вредных веществ энергоблока 7

Некоторая нестабильность уровней выбросов объясняется наладкой технологического процесса сгорания топлива с целью подбора оптимального состава горючих смесей и режимов работы энергоблоков.



Вывод. За весь наблюдаемый период превышений предельно-допустимых выбросов выявлено не было. Прделанные операции по наладке технологического процесса позволили значительно снизить выбросы загрязняющих веществ в атмосферу. Выбросы каждого из компонентов находятся в пределах одного уровня и являются стабильными.

### Список литературы

1. Резанова В.Н., Губский К.В. Экономическая оценка экологических мероприятий на объектах тепловой генерации (на примере Новочеркасской ГРЭС) // Вестник ЮРГТУ (НПИ). 2015. № 1. С. 62-67.

2. На Новочеркасской ГРЭС ввели в эксплуатацию девятый энергоблок <https://ria.ru/economy/20160722/1472623357.html>

3. Бушумов С.А., Короткова Т.Г., Сай Ю.В. Технологические стадии производства и техногенные отходы Новочеркасской ГРЭС [Электронный ресурс] // Научные труды КубГТУ: электрон. сетевой политематич. журн. 2016. № 13. С. 25-35. URL: <http://ntk.kubstu.ru/file/1253>

4. Korotkova T.G., Ksandopulo S. Ju., Bushumov S.A., Burlaka S.D., Say Yu.V. Quantitative Chemical Analysis of Slag Ash of Novocherkassk State District Power Plant (Количественный химический анализ золошлака Новочеркасской ГРЭС) // **Oriental Journal of Chemistry**, 2017. Vol. 33(1), 186-198 (2017). URL: <http://www.orientjchem.org/vol33no1/quantitative-chemical-analysis-of-slag-ash-of-novocherkassk-state-district-power-plant/>

5. Короткова Т.Г. Снижение пылевых выбросов путем включения циклона в золоулавливающую установку Новочеркасской ГРЭС / Короткова Т.Г., Бушумов С.А., Данильченко А.С., Сиюхов Х.Р., Устюжанинова Т.А. // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2016. – № 120 (06). С. 1146-1155. – IDA [article ID]: 1201606075. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2016/06/pdf/75.pdf>

6. Бушумов С.А. Гранулометрический состав золы Новочеркасской ГРЭС / Бушумов С.А., Короткова Т.Г., Сиюхов Х.Р., Бурлака С.Д., Хачатуров В.Н. // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2016. – № 124 (10). – С. 799-808. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2016/10/pdf/52.pdf>, 0,625 у.п.л. – IDA [article ID]: 1241610052. <http://dx.doi.org/10.21515/1990-4665-124-052>

### References

1. Rezanova V.N., Gubskiy K.V. Ekonomicheskaya otsenka ekologicheskikh meropriyatiy na obektakh teplovoy generatsii (na primere Novocherkasskoy GRES) // Vestnik YuRGTU (NPI). 2015. № 1. S. 62-67.

2. Na Novocherkasskoy GRES vveli v ekspluatatsiyu devyatyy energoblok <https://ria.ru/economy/20160722/1472623357.html>

3. Bushumov S.A., Korotkova T.G., Say Yu.V. Tekhnologicheskie stadii proizvodstva i tekhnogennyye otkhody Novochoerkasskoy GRES [Elektronnyy resurs] // Nauchnye trudy KubGTU: elektron. setevoy politematich. zhurn. 2016. № 13. S. 25-35. URL: <http://ntk.kubstu.ru/file/1253>

4. Korotkova T.G., Ksandopulo S. Ju., Bushumov S.A., Burlaka S.D., Say Yu.V. Quantitative Chemical Analysis of Slag Ash of Novochoerkassk State District Power Plant (Kolichestvennyy khimicheskiy analiz zoloshlaka Novochoerkasskoy GRES) // Oriental Journal of Chemistry, 2017. Vol. 33(1), 186-198 (2017). URL: <http://www.orientchem.org/vol33no1/quantitative-chemical-analysis-of-slag-ash-of-novochoerkassk-state-district-power-plant/>

5. Korotkova T.G. Snizhenie pylevykh vybrosov putem vklyucheniya tsyklona v zoloulavlivayushchuyu ustanovku Novochoerkasskoy GRES / Korotkova T.G., Bushumov S.A., Danilchenko A.S., Siyukhov Kh.R., Ustyuzhaninova T.A. // Politematicheskiy setevoy elektronnyy nauchnyy zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyy zhurnal KubGAU) [Elektronnyy resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2016. – № 120 (06). S. 1146-1155. – IDA [article ID]: 1201606075. – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2016/06/pdf/75.pdf>

6. Bushumov S.A. Granulometricheskyy sostav zoly Novochoerkasskoy GRES / Bushumov S.A., Korotkova T.G., Siyukhov Kh.R., Burlaka S.D., Khachaturov V.N. // Politematicheskiy setevoy elektronnyy nauchnyy zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyy zhurnal KubGAU) [Elektronnyy resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2016. – № 124 (10). – S. 799-808. – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2016/10/pdf/52.pdf>, 0,625 u.p.l. – IDA [article ID]: 1241610052. <http://dx.doi.org/10.21515/1990-4665-124-052>