

УДК 504.7, 614.7

ЧУДАКОВА М.А., студент гр.ТБ-11М (НИУ МИЭТ)
Научный руководитель **РЯБЫШЕНКОВ А.С.**, д.т.н., профессор (НИУ МИЭТ)
г. Москва, г. Зеленоград

ОЦЕНКА ВЫБРОСОВ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ ПРЕДПРИЯТИЙ МИКРОЭЛЕКТРОНИКИ

Устойчивое развитие предприятий предполагает их следование соответствующим принципам. Одно из направлений устойчивого развития – борьба с изменением климата, которое происходит в результате увеличения выбросов и накопления в атмосфере парниковых газов (причём в настоящий момент это газы антропогенного происхождения). Изменение климата является серьёзной и актуальной проблемой для человечества, так как представляет угрозу для выживания людей как вида. Поэтому в интересах предприятий снижать своё влияние на климатические изменения.

Целью данной работы является оценка влияния выбросов парниковых газов предприятиями микроэлектроники. Последние чаще всего оказывают умеренное негативное воздействие на окружающую среду и в том числе на изменение климата, однако потребность в изделиях микроэлектроники с каждым годом увеличивается; соответственно, растёт и мощность таких предприятий, а значит, и их выбросы.

Далее в тексте проанализированы количественный и качественный составы выбросов предприятий микроэлектроники РФ. Данные получены из реестра объектов негативного воздействия на окружающую среду [1].

Представленная в Реестре по выбросам информация должна соответствовать данным последней инвентаризации, которая проводится либо раз в 5 лет, либо в случае изменения технологических процессов (например, их мощности). Следовательно, данные, представленные по парниковым газам предприятий в таблице 1, на настоящий момент актуальны.

Таблица 1. Данные по парниковым газам предприятий микроэлектроники в РФ

Организация	Вещество	т/год
АО «Научно-производственная фирма "Микран"»	Метан	11.691895700000
	Озон	0.001015950000
	Тетрафторметан (фреон-14)	0.572973350000
АО «ВЗПП – Микрон»	Озон	0.000001000000
	Сера гексафторид (ОС-6-11)	2.622518000000
	Метан	0.053997000000
	Тетрафторметан (фреон-14)	2.498205000000

	Трифторметан	0.933651000000
АО «НЗПП ВОСТОК»	Сера гексафторид (ОС-6-11)	0.4934871
	Озон	0.001684250000
«Федеральный научный центр Научно-исследовательский институт системных исследований Российской академии наук»	1,1,1,2-Тетрафторэтан	0.000879500000
АО «Протон»	Озон	0.005010000000
	Тетрафторметан (фреон-14)	0.141514000000
АО «НПП "Пульсар"»	Озон	0.046794
	Тетрафторметан (фреон-14)	0.109384
АО «Российская корпорация ракетно-космического приборостроения и информационных систем»	Озон	0.000022000000
	Сера гексафторид (ОС-6-11)	0.073774000000
	Тетрафторметан (фреон-14)	0.088415000000
АО «Научно-исследовательский институт полупроводниковых приборов»	Озон	0.000200000000
	Тетрафторметан (фреон-14)	0.231200000000
АО «ОКБ-Планета»	Озон	0.007202000000
	Сера гексафторид (ОС-6-11)	0.043396000000
	Метан	0.000029000000
	Тетрафторметан (фреон-14)	0.158985000000
Завод АО «НПП "Исток" им. Шокина»	Озон	0.001048000000
	Сера гексафторид (ОС-6-11)	0.290940000000
	Метан	0.029149000000
	Тетрафторметан (фреон-14)	0.069983000000
АО «Ангстрем»	Озон	0.004999700000
	Сера гексафторид (ОС-6-11)	0.195829800000
	Тетрафторметан (фреон-14)	0.274348500000
	Трифторметан	0.143386600000
Акционерное общество «Микрон»	Сера гексафторид (ОС-6-11)	9.861351
	Тетрафторметан (фреон-14)	3.814607
НПК «Технологический центр»	Озон	0.000403200000
	Сера гексафторид (ОС-6-11)	0.043396200000
	Тетрафторметан (фреон-14)	0.070758000000

Согласно таблице 1, основные парниковые газы предприятий микроэлектроники – озон, гексафторид серы, тетрафторметан и метан. Озон относится к парниковым газам, но в нормативных документах для него не установлен потенциал глобального потепления.

Также на предприятиях микроэлектроники из-за важности непрерывности процесса и рисков, связанных с отключением электроэнергии, часто установлены резервные источники энергии — дизельные электрогенераторы, которые работают не постоянно, а только в экстренных ситуациях. Учёт выбросов парниковых газов от таких генераторов осуществляется отдельно (по характеристикам топлива, его расхода и времени работы генератора).

В РФ установлены категории источников выбросов, а также список парниковых газов, подлежащих обязательному учету в организациях (см. табл. 2) [2].

Категория источников выбросов парниковых газов	Парниковый газ
Стационарное сжигание топлива	Углекислый газ (CO ₂)
Сжигание в факелах	Углекислый газ (CO ₂), метан (CH ₄)
Фугитивные выбросы	Углекислый газ (CO ₂), метан (CH ₄)
Нефтепереработка	Углекислый газ (CO ₂)
Производство кокса	Углекислый газ (CO ₂)
Производство цемента	Углекислый газ (CO ₂)
Производство извести	Углекислый газ (CO ₂)
Производство стекла	Углекислый газ (CO ₂)
Производство керамических изделий	Углекислый газ (CO ₂)
Производство аммиака	Углекислый газ (CO ₂)
Производство азотной кислоты, капролактама, глиоксала и глиоксиловой кислоты	Закись азота (N ₂ O)
Нефтехимическое производство	Углекислый газ (CO ₂)
Производство фторсодержащих соединений	Гексафторид серы (SF ₆), трифторметан (CHF ₃)
Черная металлургия	Углекислый газ (CO ₂)
Производство ферросплавов	Углекислый газ (CO ₂)
Производство первичного алюминия	Тетрафторметан (CF ₄), гексафторметан (C ₂ F ₆), углекислый газ (CO ₂)
Прочие промышленные процессы	Углекислый газ (CO ₂)
Авиационный транспорт	Углекислый газ (CO ₂)
Железнодорожный транспорт	Углекислый газ (CO ₂)

Несмотря на то, что в настоящее время область микроэлектроники не входит в эти категории, в будущем, имея в виду расширение данной области промышленности, микроэлектроника тоже может войти в категорию контроля выбросов парниковых газов. Поэтому далее в работе предпринята попытка оценить влияние микроэлектронной промышленности на глобальное потепление, для чего рассчитаны выбросы парниковых газов в CO₂-эквиваленте.

Суммарные выбросы парниковых газов по категориям источников и организации в целом рассчитываются с учетом потенциалов глобального потепления парниковых газов и выражаются в CO_2 -эквиваленте. Расчет выполняется по формуле (1) [3]:

$$E_{\text{CO}_2\text{e},y} = \sum_{i=1}^n (E_{i,y} \cdot GWP_i) \quad (1),$$

где $E_{\text{CO}_2\text{e},y}$ — выбросы парниковых газов в CO_2 -эквиваленте за период y , т CO_2 -эквивалента; $E_{i,y}$ — выбросы i -парникового газа за период y , т; GWP_i — потенциал глобального потепления i -парникового газа, т CO_2 -эквивалента/т; n — количество видов выбрасываемых парниковых газов; i — парниковый газ.

Далее определены значения потенциалов глобального потепления парниковых газов [3], расчёты производились с их учётом. Потенциалы указаны для горизонта 100 лет, поэтому период выбросов также берётся в 100 лет. Результаты расчёта для горизонта 100 лет для наиболее больших значений представлены на графике (рис. 1).

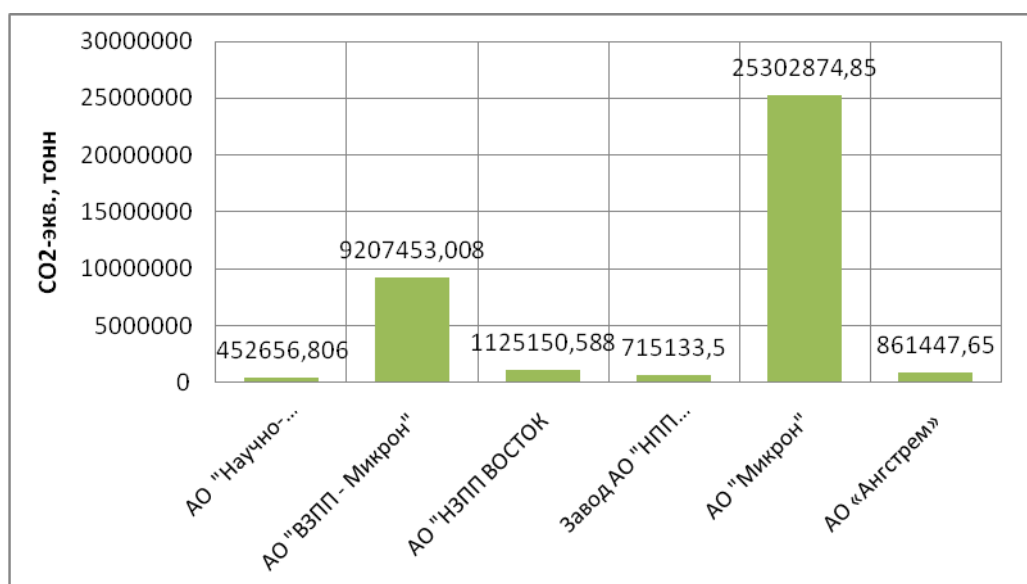


Рисунок 1. Выбросы парниковых газов предприятий микроэлектроники

Из диаграммы видно, что наибольшие выбросы парниковых газов предприятий микроэлектроники в CO_2 -эквиваленте не такие большие, как у предприятий теплоэнергетики [4], где также предпринимаются попытки по снижению выбросов парниковых газов. Однако они и не столь малы, чтобы можно было говорить об отсутствии их вклада в усиление парникового эффекта.

Также следует учитывать и время жизни в атмосфере парниковых газов, равно как и то, что их потенциал глобального потепления на горизонте 25 лет выше. Из расчётов видно, что предприятиям микроэлектроники стоит уделить внимание выбросам парниковых газов и разработать мероприятия по их снижению и улавливанию.

Подведём итоги. В работе были определены виды парниковых газов, входящие в состав выбросов предприятий микроэлектроники. Количество выбросов парниковых газов в CO₂-эквиваленте вносит вклад в антропогенную часть глобального потепления. В работе были определены прямые выбросы парниковых газов (без учёта косвенных от производимой продукции и выбросов генераторов электроэнергии). Исходя из вышеописанного, можно сделать вывод, что предприятиям микроэлектроники следует контролировать и принимать меры по снижению выбросов парниковых газов с целью как устойчивого развития предприятий, так и минимизации негативного влияния на изменение климата.

Список литературы:

1. Государственный реестр объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду: [Электронный ресурс] // URL: https://uonvos.rpn.gov.ru/rpn/pto-uonvos/onv_registry?pcurrent_page=1&pper_page=20&plast_page=1&oinclusion_date=desc (Дата обращения: 13.02.2022).
2. Приказ Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации от 30 июня 2015 года N 300 «Об утверждении методических указаний и руководства по количественному определению объема выбросов парниковых газов организациями, осуществляющими хозяйственную и иную деятельность в Российской Федерации».
3. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 22 октября 2021 года N 2979-р «Об утверждении перечня парниковых газов, в отношении которых осуществляется государственный учет выбросов парниковых газов и ведение кадастра парниковых газов».
4. Бочкарев Виктор Александрович, Бочкарева Анастасия Викторовна Оценка выбросов парниковых газов предприятиями энергетики // Вестник ИрГТУ. 2017. №2 (121).