DATA NOTE
MSC-W 1/2016

Convention on Long-range Transboundary Air Pollution

emep

Co-operative programme for monitoring and evaluation of the long-range transmission of air pollutants in Europe

Трансграничное загрязнение воздуха основными загрязняющими веществами (S, N, O3) и ТЧ

Грузия

М. Гаусс
А. Нийри
А. Бенедиктов
Х. Кляйн

msc-w

МСЦ-З Записка о данных 1/2016
Дата: август 2016

METEOROLOGISK INSTITUTT
Норвежский Метеорологический Институт

Трансграничное загрязнение воздуха основными загрязняющими веществами (S, N, O_3) и ТЧ в 2014 г.

Грузия

М. Гаусс, В. С. Семина, А. Бенедиктов и Х. Кляйн

Перевод с английского: С. Цыро

Записка о данных 2016

ISSN 1890-0003

Содержание

1 Руководство пользователя 5
- 1.1 Разделы отчета . . . 5
- 1.2 Коды стран . . . 9
- 1.3 Определения и статистические параметры . . . 10

2 Выбросы 12
- 2.1 Данные по выбросам, использованные в расчетах по модели ЕМЕП МСЦ-З . . . 12

3 Тренды 13

4 Трансграничные потоки 15
- 4.1 Выпадения окисленной серы . . . 15
- 4.2 Выпадения окисленного азота . . . 16
- 4.3 Выпадения восстановленного азота . . . 17

5 Трансграничные концентрации озона 18
- 5.1 $AOT40_f^{uc}$ . . . 18
- 5.2 $POD_{1.0,gen\text{-}DF}$ – Потоки озона на лиственные леса . . . 19
- 5.3 SOMO35 – Риск воздействия озона на здоровье человека . . . 20

6 Трансграничные концентрации твердых частиц 21

7 Сравнение с наблюдениями 23

8 Оценка риска ущерба от воздействия озона Грузии 25
- 8.1 Величины AOT40 для различных экосистем . . . 25
- 8.2 Потоки озона на определенные экосистемы . . . 25
- 8.3 Воздействия озона и ТЧ на здоровье . . . 25

1 Руководство пользователя

Настоящий отчет входит в серию отчетов, представляющих данные по отдельным странам и являющихся приложением к основному Отчету ЕМЕП 1/2016. В отчете представлена общая информация о трансграничном загрязнении основными загрязняющими веществами, приземным озоном и твердыми частицами (ТЧ) в Грузии в 2014 году.

Все расчеты для 2014 года проведены по модели ЕМЕП/МСЦ-З (рабочая версия rv4.9) с использованием метеорологических данных, полученных по модели численного прогноза погоды ECMWF-IFS. Представленные здесь оценки вкладов трансграничного загрязнения основаны на расчетах источник-рецептор, полученных по модели ЕМЕП/МСЦ-З с использованием метеорологических данных и данных о выбросах на 2014 год.

Для правильной интерпретации представленного материала в данном разделе дано краткое пояснение результатов и метода их расчетов.

1.1 Разделы отчета

Выбросы (Раздел 2): Данные по выбросам в 2014 году подготовлены на основе официальных данных, представленных в ЕЭК ООН КТЗВБР в мае 2016 года. Распределение выбросов по ячейкам сетки подготовлено Центром ЕМЕП по Кадастрам и Прогнозам Выбросов (ЦКПВ).

Данные по выбросам на период 2000–2013 гг. те же, что использованы в прошлогоднем отчете, которые были подготовлены на основе официальных данных, представленных в ЕЭК ООН КТЗВБР в мае 2016 года. Представленные в 2014 году данные по выбросам на период 2000–2013 гг. не включены в настоящий отчет, поскольку обновление их распределения по ячейкам сетки в ЦКПВ не проводилось. В таблицу, представляющую данные по общим выбросам, также включены прогнозы выбросов на 2020 г. в соответствии с пересмотренным Гетенборгским Протоколом (за исключением выбросов CO, по которым Протокол не содержит прогнозных данных на 2020 г.).

Распределенные по сетке данные по выбросам, использованные в расчетах по модели в этом году, доступны на сайте WebDab http://www.ceip.at.

В августе 2014 г. началось трещинное извержение в вулканической системе Бардарбунга в Исландии, которое продолжалось 6 месяцев, до конца февраля 2015 г. Хотя выбросы пепла были незначительные, в атмосферу было выброшено большое количество SO_2. В 2016 г. вулканические выбросы SO_2 были включены Исландией в данные по выбросам, представленным в КТЗВБР. По оценкам, общий объем выбросов SO_2 из вулканических разломов в районе Холухраун системы Багдарбунга в 2014 г. составил 10 880 килотонн, или треть от общего объема выбросов SO_2 на всей территории ЕМЕП (включая антропогенные источники на суше, международный морской транспорт и природные источники) в 2014 г.. Эти вулканические выбросы оказали существенное влияние на воздушные концентрации SO_2 и SO_4^{-2} и на выпадения серы в ряде стран, особенно в Северной Европе.

Обновлены включенные в модель данные о биогенных выбросах диметилсульфида (ДМС). Вместо использования предписанных величин в модель включена схема расчета выбросов ДМС, как функции метеорологических условий. Рассчитываемые по новой схеме выбросы ДМС приблизительно в три раза превышают ранее использованные значения, что ведет к некоторому увеличению концентраций SO_2 и SO_4^{-2} и выпадений серы в прибрежных районах стран.

Тренды (Раздел 3): Тренды выпадений и концентраций загрязняющих веществ в воздухе представлены на период с 2000 по 2014 год. Представленные данные основаны на последовательной серии расчетов по модели ЕМЕП/МСЦ-З (рабочая версия rv4.9). В расчетах на период с 2000 по 2014 г. для каждого года использовались соответствующие метеорологические данные. Таким образом, межгодовая измененчивость расчетных концентраций и выпадений обусловлена изменениями как объема выбросов, так и метеорологических условий. Следует также отметить, что как данные по выбросам, так и версия модели отличаются от использованных в отчете за 2015 год (как описано в соответствующих главах отчета ЕМЕП 1/2016), что так же является причиной возможных различий в расчетных данных, представленных в данном и в прошлогоднем отчетах. Кроме того, в модели обновлён ряд схем, в частности, касающихся расчетов выбросов морской соли, скорости поглощения газов на поверхность атмосферных аэрозолей и выбросов ДМС.

Данные о трансграничном переносе (Разделы 4): Результаты представлены в виде карт и круговых диаграмм. Данные получены по расчетам "источник-рецептор", в которых выбросы одного или нескольких веществ от каждого источника были уменьшены на 15%. Полученные результаты пересчитаны на общий объема выбросов от каждого источника.

Трансграничные концентрации (Разделы 5 и 6): Результаты представлены в виде карт и гистограмм. Химические процессы, приводящие к формированию озона и твердых частиц, характеризуются значительной нелинейностью, поэтому расчеты воздействий выбросов на концентрации проводятся путем уменьшения выбросов на 15% .

На картах представлены снижения концентраций в результате уменьшения выбросов в Грузии на 15%. Положительные числа на картах соответствуют снижению концентраций. Соответственно, отрицательные числа означают увеличение концентраций в результате уменьшения выбросов (из-за нелинейности химических процессов).

На гистограммах представлены шесть основных стран-источников выбросов по уровням их воздействия на концентрации загрязняющих веществ в Грузии, к которым привело бы уменьшение выбросов в данных странах на 15%. На гистограммах сумма абсолютных величин уровней этих воздействий соответствует 100%. Таким образом, величины процентных вкладов на вертикальной шкале указывают на относительные уровни воздействия стран-источников выбросов на концентрации в Грузии (положительные или отрицательные, большие или малые воздействия). При этом положительные величины означают снижение концентраций при снижении выбросов, а отрицательные означают, что снижение выбросов в какой-либо стране приведет к повышению концентраций в Грузии. Это может произойти в отдельных странах в результате значительной нелинейности химических процессов.

Для $PM_{2.5}$ и PM_{10} в записке представлены общие концентрации, а так же вклады природных источников твердых частиц (моркая соль и эрозивная пыль) в эти концентрации.

Сравнение с наблюдениями (Раздел 7): На карте станций мониторинга показаны все станции Грузии, которые представили в ЕМЕП данные наблюдений 2014 года. Сравнение данных измерений 2014 года с результатами модельных расчетов представлено в виде диаграммы распределения повторяемостей. Данные наблюдений могут быть запрошены в КХЦ: http://www.nilu.no/projects/ccc/emepdata.html.

В таблице приведены средние за год статистические параметры сравнения результатов расчетов с данными измерений для веществ, по которым велись наблюдения.

Риск ущерба от озона и ТЧ (Раздел 8): Представленые на картах концентрации озона и ТЧ характеризуют региональный фоновый уровень и, следовательно, не являются репрезентативными для точечных местных измерений, которые могут быть значительно выше фоновых величин (например, в городах).

ПРИМЕЧАНИЕ: Тренды для Кыргызстана, Узбекистана, Туркменистана и Таджикистана также представлены в данной серии отчетов. Однако, как указано выше, из-за отсутствия исторических данных о выбросах до 2007 года в расчетах по этим странам для периода с 2000 по 2006 год использовались выбросы 2007 года. Таким образом, представленные межгодовые изменения выпадений и концентраций в период с 2000 по 2006 год обусловлены исключительно изменением выбросов на территории старой сетки ЕМЕП (132×111 ячеек).

Тренды для Российской Федерации и Казахстана представлены для территорий этих стран, расположенных в пределах расширенной сетки ЕМЕП (132×159 ячеек), которая включает полностью Казахстан и значительную часть территории Российской Федерации.

1.2 Коды стран

В большинстве таблиц и диаграмм, включенные в отчет, для обозначения стран и регионов на территории ЕМЕП используются определенные коды. Список кодов и названий соответствующих стран и регионов, включенных в расчеты источник-рецептор 2014 года, приведен в Таблице 1.

Код	Страна/Регион
AL	Албания
AM	Армения
ASI	Проч. азиатские обл. (офиц.)
AST	Проч. азиатские обл. (расш.)
AT	Австрия
ATL	Проч. обл. С-В Атлант. Океана
AZ	Азербайджан
BA	Босния и Герцоговина
BAS	Балтийское море
BLS	Черное море
BE	Бельгия
BG	Болгария
BIC	Граничные и Начальные условия
BY	Беларусь
CH	Швейцария
CY	Кипр
CZ	Чешская Республика
DE	Германия
DK	Дания
EE	Эстония
EMC	Области суши ЕМЕП (офиц.)
EXC	Области суши ЕМЕП (расш.)
ES	Испания
EU	Европейский Союз
FI	Финляндия
FR	Франция
GB	Великобритания
GE	Грузия
GL	Гренландия
GR	Греция
HR	Хорватия
HU	Венгрия

Код	Страна/Регион
IE	Ирландия
IS	Исландия
IT	Италия
KG	Кыргызстан
KZ	Казахстан (офиц.)
KZT	Казахстан (расш.)
LT	Литва
LU	Люксембург
LV	Латвия
MD	Республика Молдова
ME	Черногорье
MED	Средиземное море
MK	БЮР Македония
MT	Мальта
NL	Нидерланды
NO	Норвегия
NOA	Северная Африка
NOS	Северное море
PL	Польша
PT	Португалия
RO	Румыния
RS	Сербия
RU	Российская Федерация (офиц.)
RUE	Российская Федерация (расш.)
SE	Швеция
SI	Словения
SK	Словакия
TJ	Таджикистан
TM	Туркменистан
TR	Турция
UA	Украина
UZ	Узбекистан

Таблица 1: Коды стран/регионов, использованные при расчетах источник-рецептор. "офиц."означает часть страны/территории, расположенной в пределах официальной сетки ЕМЕП. "расш."означает часть страны/территории, расположенной в пределах расширенной сетки ЕМЕП.

1.3 Определения и статистические параметры

В этом отчете были использованы следующие определения и акронимы:

SIA - обозначает вторичные неорганические аэрозоли и определяется как сумма сульфата (SO_4^{2-}), нитрата (NO_3^-) и аммиака (NH_4^+). В модели ЕМЕП/МСЦ-З SIA рассчитывается как: SIA= SO_4^{2-} + NO_3^-(мелкодисперсный) + NO_3^-(грубодисперсный) + NH_4^+.

SOA - вторичные органические аэрозоли.

SS - аэрозоль морской соли.

MinDust - минеральная пыль.

PPM - обозначает первичные твердые частицы, выбрасываемые антропогенными источниками. Обычно различают мелкодисперсные первичные твердые частицы.

$PM_{2.5}$ - обозначает мелкодисперсные твердые частицы, определяемые как суммарная масса аэрозолей с диаметрами до 2.5 мкм. В Унифицированой модели ЕМЕП $PM_{2.5}$ рассчитывается как сумма: $PM_{2.5}$ = SO_4^{2-} + NO_3^-(fine) + NH_4^+ + SS(fine) + MinDust(fine) + SOA(fine) + $PPM_{2.5}$ + 0.27 NO_3^-(coarse) + PM25water. (PMwater - вода в составе ТЧ)

PM_{coarse} - обозначает твердые частицы с диаметрами между 2.5μm и 10μm. PM_{coarse} = 0.73 NO_3^-(coarse)+ SS(coarse) + MinDust(coarse) + PPM_{coarse}.

PM_{10} - обозначает твердые частицы, определяемые как суммарная масса аэрозолей с диаметрами до 10 мкм. В Унифицированой модели ЕМЕП PM_{10} рассчитывается как сумма: PM_{10} = $PM_{2.5}$ + PM_{coarse}.

SOx - группа соединений окисленной серы (SO_2, SO_4^{2-}).

NOx - группа соединений окисленного азота (NO, NO_2, NO_3^-, N_2O_5, HNO_3, и т.д.).

redN - группа соединений восстановленного азота (NH_3, NH_4^+).

SOMO35 - сумма осредненных концентраций озона, превышающих 35 ppb (то есть, части на миллиард). Для каждого дня выбирается максимальная из 8-часовых бегущих средних концентраций O_3, а затем находится сумма всех величин превышений уровня 35 ppb этими выбранными средними концентрациями за весь год.

Если мы обозначим максимальную 8-часовую среднюю концентрацию озона за день d как A_8^d, то SOMO35 за год, состоящий из N_y дней (N_y = 365 или 366), определяется как:

SOMO35 = $\sum_{d=1}^{d=Ny}$ max(A_8^d - 35 ppb, 0.0)

где функция max позволяет включать в вычисления только значения A_8^d values, превышающие 35 ppb. Единицы измерения SOMO35 - ppb·день (сокращенно ppb·д).

AOT40 - суммарное (аккумулированное) количество озона над пороговой величиной 40 ppb, то есть:

AOT40 = integral (max(O_3 – 40 ppb, 0.0)) dt

где функция max позволяет включать в вычисления только концентрации озона, превышающие 40 ppb. Интегрирование производится по определенному интервалу времени, а именно, для периода роста данного типа растительности и только для дневных часов. Соответсвующие единицы измерения ppb·час (сокращенно ppb·ч).

Хотя модель ЕМЕП позволяет рассчитывать ряд параметров типа AOT, следуя рекоммендациям ЕЭК ООН Руководства по Картированию, в отчетах по странам представлены результаты по следующим двум показателям:

$AOT40^{uc}_{f}$ - AOT40 для лесного покрова рассчитывается на основе модельных оценок O_3 на высоте лесного полога. Этот AOT40 соответствует определению, приведенному в Руководстве ЕЭК ООН по картированию критических уровней для лесных деревьев , но с использованием постоянного сезона роста с апреля по сентябрь.

$AOT40^{uc}_{c}$ - AOT40 для сельскохозяйственных культур рассчитывается на основе оценок O_3 на высоте полога растительности. Этот AOT40 соответствует определению, приведенному в Руководстве ЕЭК ООН по картированию критических уровней для сельскохозяйственных культур, но с использованием постоянного сезона роста с мая по июль и заданной высоты полога растительности 1 м.

POD_Y – расчитывается по формуле:

POD_Y = integral (max(F_{st} - Y, 0)) dt

где устичный поток F_{st} и пороговая величина Y выражены в nmol m^{-2} s^{-1}, а функция max приравнивает max(A-B,0) к A-B, если A $>$ B, или к нулю, если A меньше или равно B. Интегрирование по времени проводится для периода активного роста, от его начала (SGS) до конца (EGS).

Суффикс “gen” обозначает определенный тип растительности, например, $POD_{Y,\ gen}$ (или $AF_{st}1.6gen$) относится к лиственному лесу, а для $POD_{3.0,gen\text{-}CR}$ (или $AF_{st}3gen$) сельскохозяйственных культур.

2 Выбросы

2.1 Данные по выбросам, использованные в расчетах по модели ЕМЕП МСЦ-З

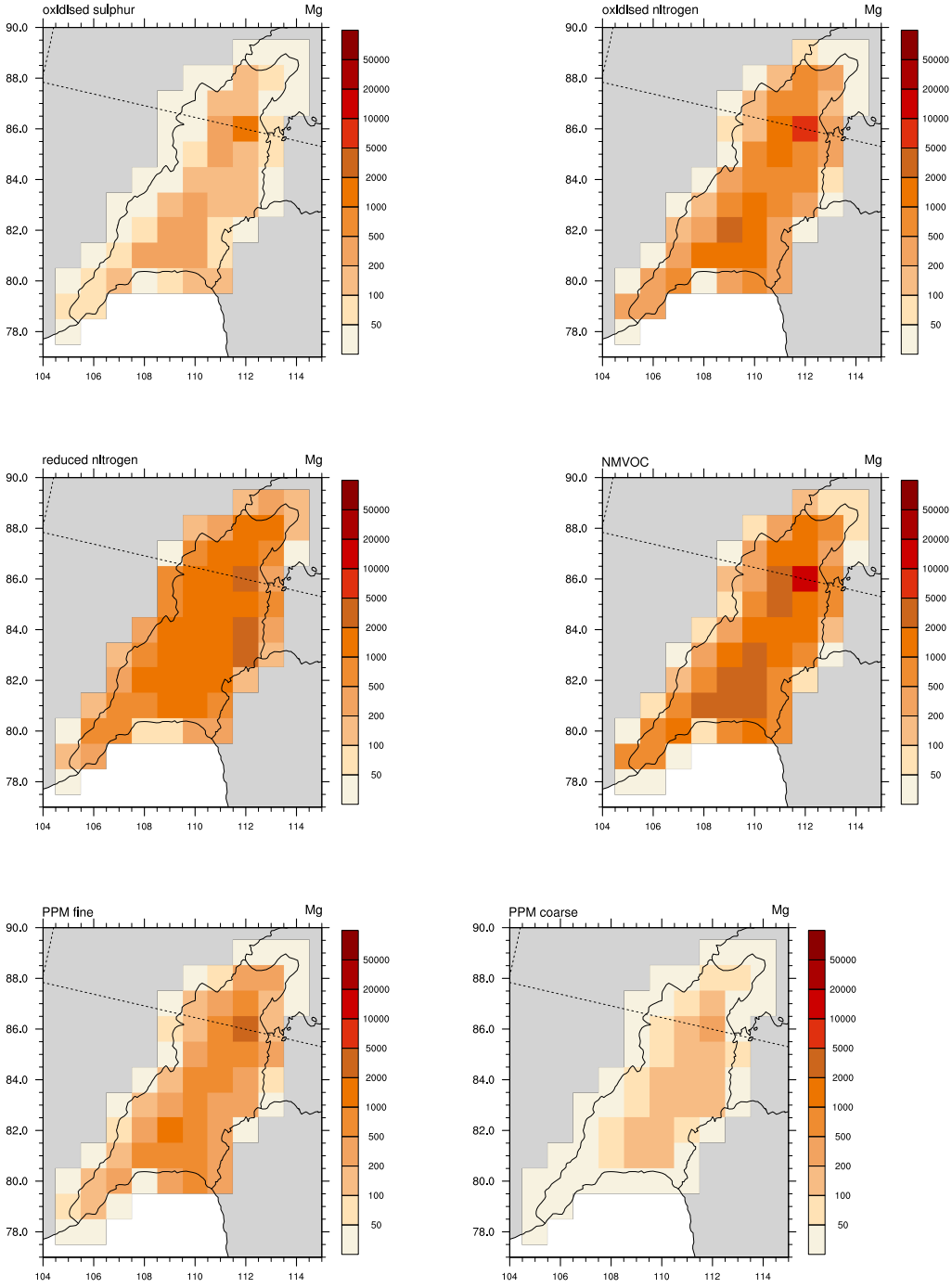

Рис. 1: Пространственное распределение выбросов от Грузии в 2014.

3 Тренды

Важная заметка: Для правильной интерпретации результатов, представленных в данном разделе, читайте секцию 'Тренды' в Разделе 1.1.

	2000	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2020
SO_x	12	5	5	6	6	6	6	7	7	7	8	13
NO_x	23	25	26	27	29	30	31	32	33	34	36	45
NH_3	38	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	35
NMVOC	65	59	60	60	61	62	63	63	64	64	65	214
CO	217	205	208	210	212	215	217	219	221	223	227	
$PM_{2.5}$	28	19	19	19	19	20	20	20	20	20	20	2
PM_{10}	31	22	22	22	23	23	23	23	23	23	24	3

Таблица 2: Выбросы от Грузии. Единицы: Гг.

	2000	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
SOx dep.	29	21	24	19	22	19	20	18	18	15	21
NOx dep.	11	13	14	11	14	13	13	13	14	13	14
redN dep.	31	35	38	33	37	37	39	38	41	50	53

Таблица 3: Расчетные выпадения серы (S) и азота (N) в Грузии. Единицы: Гг(S) и Гг(N).

	2000	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
mean ozone	36	37	38	37	38	37	37	37	37	38	37
max ozone	42	43	44	44	45	44	44	43	44	45	44
$AOT40_f^{uc}$	10538	11679	13231	12617	13336	12170	14802	9903	13560	14472	11395
SOMO35	2339	2579	2803	2637	2932	2639	2692	2500	2623	2974	2735
$POD_{1.0,gen\text{-}DF}$	23	24	24	24	25	24	23	24	27	26	23
$PM_{2.5}$ anthrop.	7	6	8	7	8	7	10	6	7	6	9
PM_{10} anthrop.	9	8	12	10	13	11	16	9	9	8	15

Таблица 4: Осредненные за год и по территории Грузии расчетные индикаторы качества воздуха. Единицы: среднесуточный озон (ppb), максимальный суточный озон (ppb), $AOT40_f^{uc}$(ppb·h) SOMO35 (ppb·д), $POD_{1.0,gen\text{-}DF}$ (ммоль/м2); and $PM_{2.5}$ (мкг/м^3) and PM_{10} (мкг/м^3) от антропогенных источников.

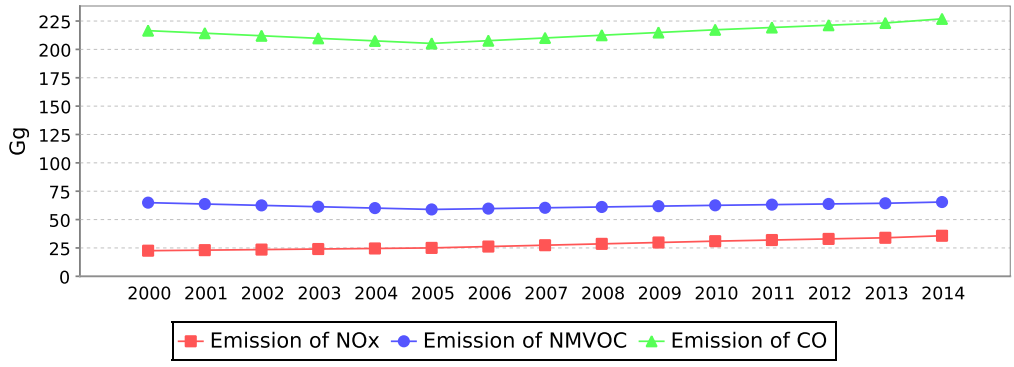

Рис. 2: Тренды выбросов предшественников фото-химических загрязнителей. Единицы: Гг (обратите внимание, что здесь NO_x в форме NO_2).

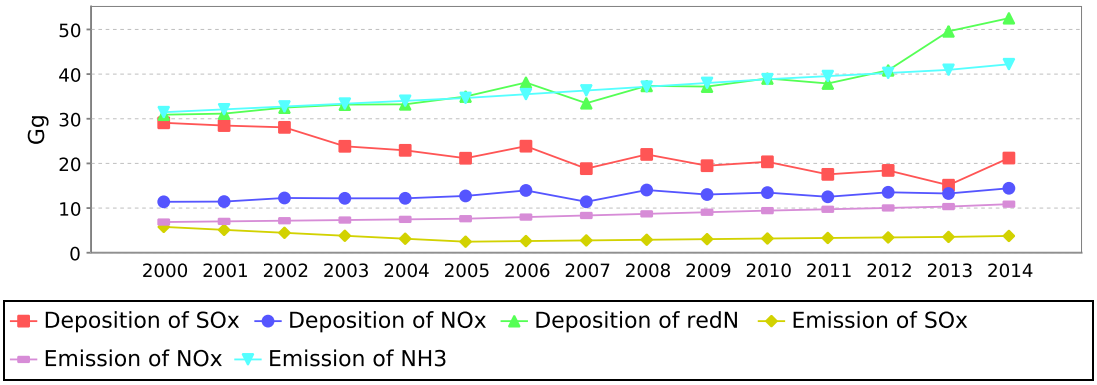

Рис. 3: Тренды выбросов и выпадений окисленной серы, окисленного азота и восстановленного азота. Единицы: Гг(S) и Гг (N).

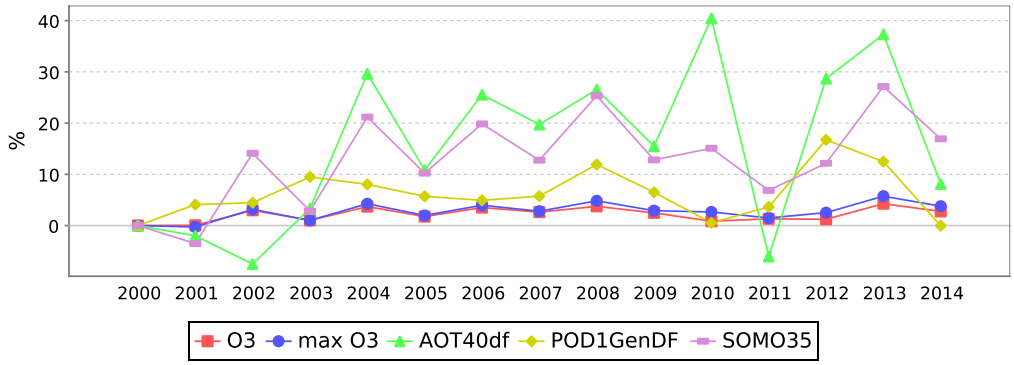

Рис. 4: Изменения показателей загрязнения озоном относительно 2000 года. Единицы: %. Значительные межгодовые изменения концентраций в отдельных странах обусловлены в большой степени межгодовыми изменениями метеорологических условий.

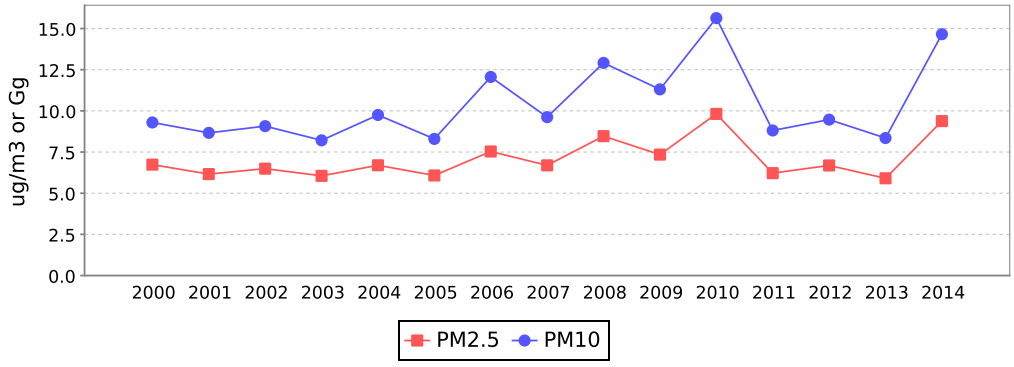

Рис. 5: Тренды среднегодовых концентраций твердых частиц с 2000 года. Единицы: мкг/м^3.

4 Трансграничные потоки

4.1 Выпадения окисленной серы

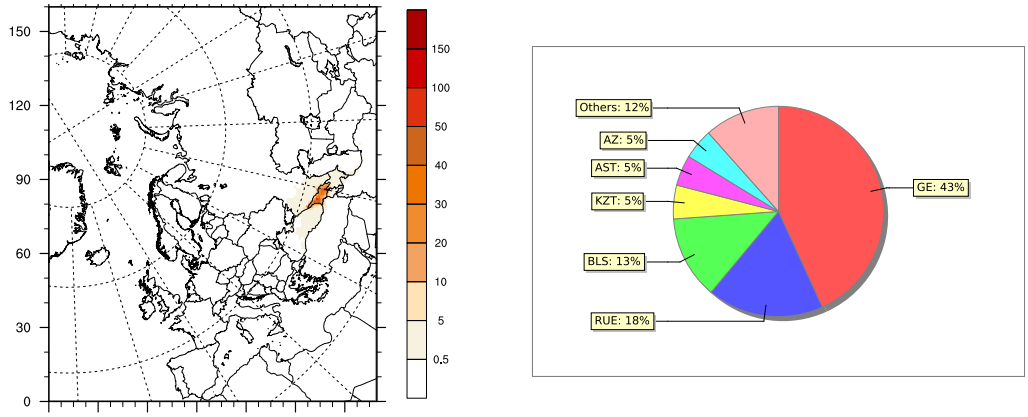

Рис. 6: Вклад выбросов Грузии в выпадения окисленной серы на территории ЕМЕП. Единицы: мг(S)/м^2. На круговой диаграмме показаны 6 главных территорий (рецепторов), принимающих выпадения окисленной серы от Грузии. Единицы: %.

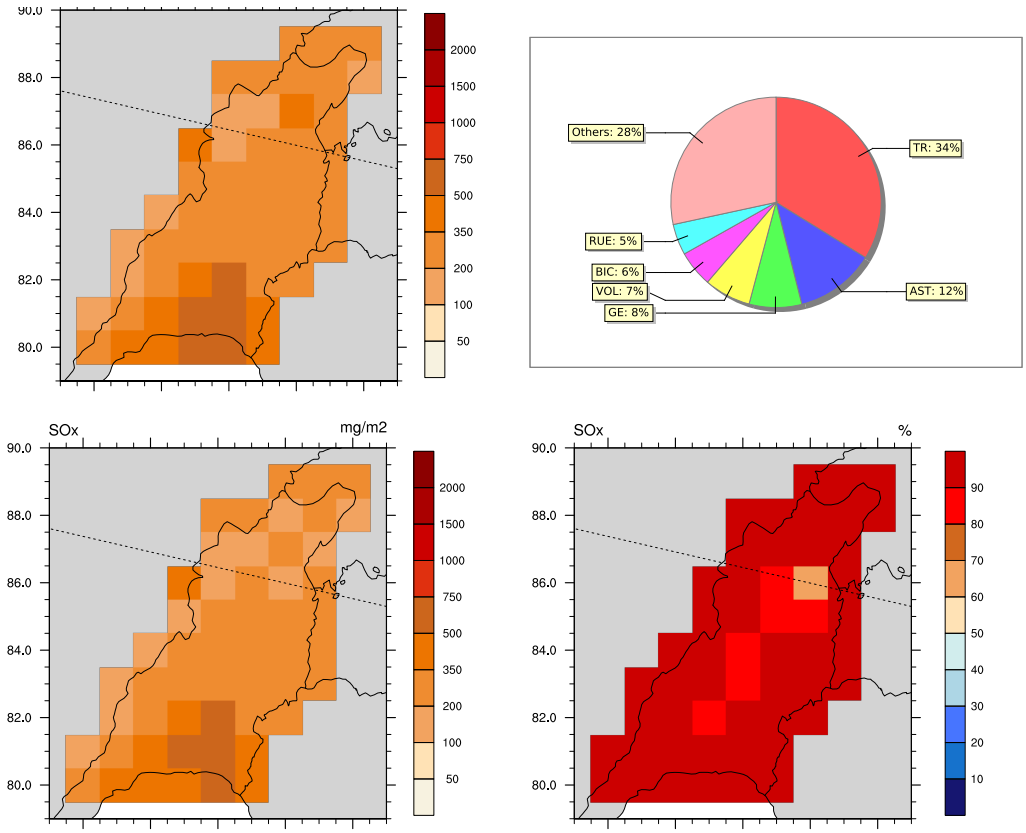

Рис. 7: Верх слева: Выпадение окисленной серы на территории Грузии. Единицы: мг(S)/м^2. Верх справа: Шесть главных вкладчиков в выпадение окисленной серы на территории Грузии. Единицы: %. Низ слева: Трансграничное выпадение окисленной серы. Единицы: мг(S)/м^2. Низ справа: Доля трансграничного загрязнения в общее выпадение. Единицы: %.

4.2 Выпадения окисленного азота

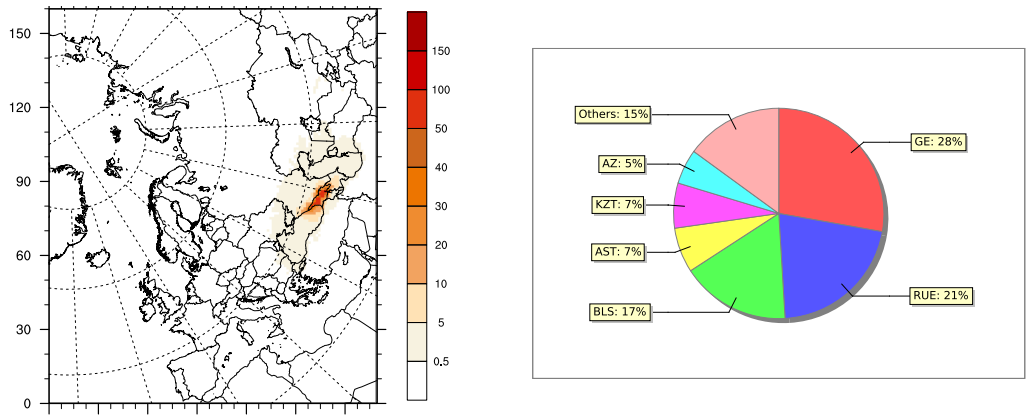

Рис. 8: Вклад выбросов Грузии в выпадения окисленного азота на территории ЕМЕП. Единицы: мг(N)/м^2. На круговой диаграмме показаны 6 главных территорий (рецепторов), принимающих выпадения окисленного азота от Грузии. Единицы: %.

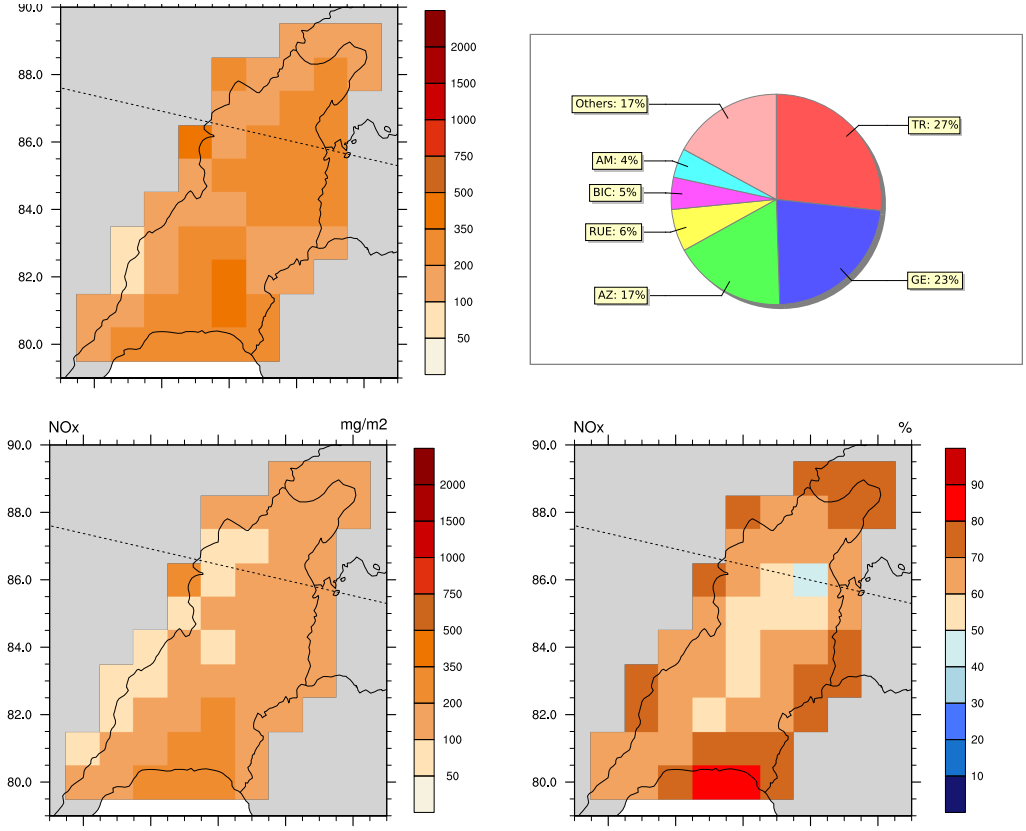

Рис. 9: Верх слева: Выпадение окисленного азота на территории Грузии. Единицы: мг(N)/м^2. Верх справа: Шесть главных вкладчиков в выпадение окисленного азота на территории Грузии. Единицы: %. Низ слева: Трансграничное выпадение окисленного азота. Единицы: мг(N)/м^2. Низ справа: Доля трансграничного загрязнения в общее выпадение. Единицы: %.

4.3 Выпадения восстановленного азота

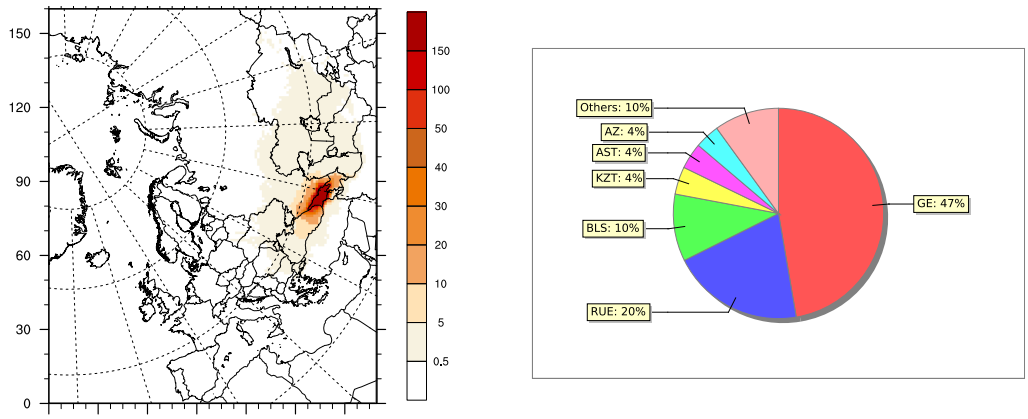

Рис. 10: Вклад выбросов Грузии в выпадения восстановленного азота на территории ЕМЕП. Единицы: мг(N)/м^2. На круговой диаграмме показаны 6 главных территорий (рецепторов), принимающих выпадения восстановленного азота от Грузии. Единицы: %.

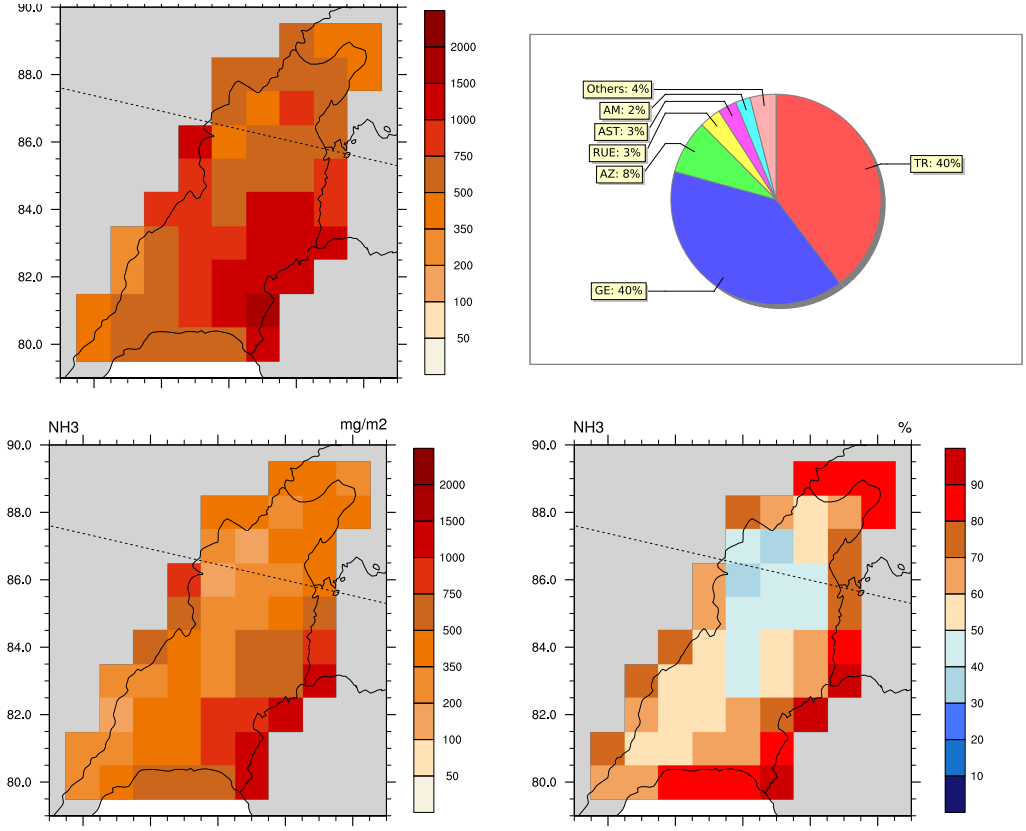

Рис. 11: Верх слева: Выпадение восстановленного азота на территории Грузии. Единицы: мг(N)/м^2. Верх справа: Шесть главных вкладчиков в выпадение восстановленного азота на территории Грузии. Единицы: %. Низ слева: Трансграничное выпадение восстановленного азота. Единицы: мг(N)/м^2. Низ справа: Доля трансграничного загрязнения в общее выпадение. Единицы: %.

5 Трансграничные концентрации озона

5.1 $AOT40_f^{uc}$

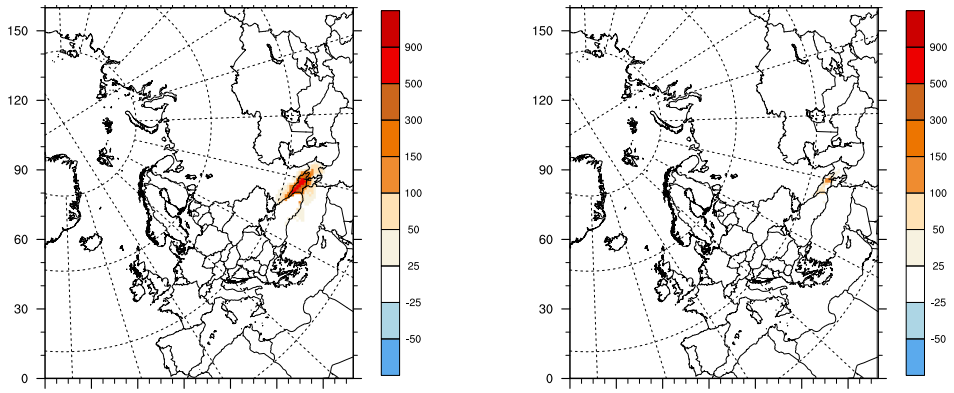

Рис. 12: Уменьшение $AOT40_f^{uc}$, к которому привело бы снижение выбросов NO_x(слева) и НМЛОС (справа) от Грузии на 15%. Единицы: ppb·ч.

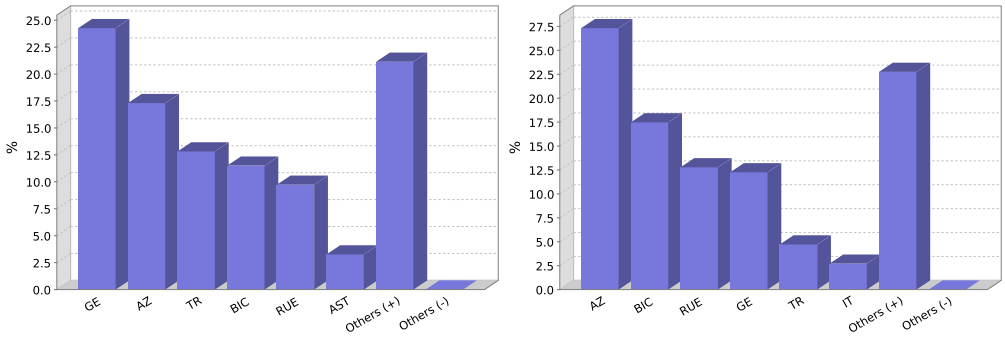

Рис. 13: Шесть наиболее важных стран или регионов-источников выбросов по уровню их воздействия на $AOT40_f^{uc}$ в Грузии, к которому привело бы уменьшение выбросов NO_x(слева) и НМЛОС (справа). Сумма абсолютных величин уровней воздействий от всех стран-источников соответствует 100%. Для дальнейшей информации см. секцию 1.1.

5.2 $POD_{1.0,gen\text{-}DF}$ – Потоки озона на лиственные леса

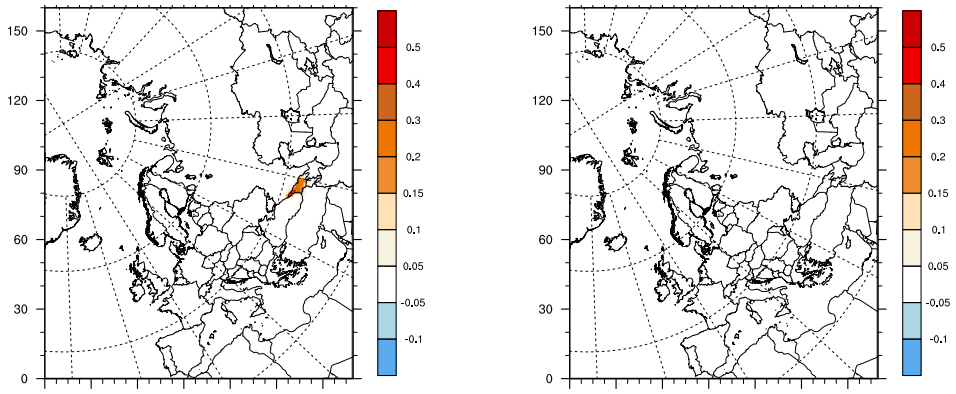

Рис. 14: Уменьшение $POD_{1.0,gen\text{-}DF}$, к которому привело бы снижение выбросов NO_x(слева) и НМЛОС (справа) от Грузии на 15%. Единицы: ммоль/м^2.

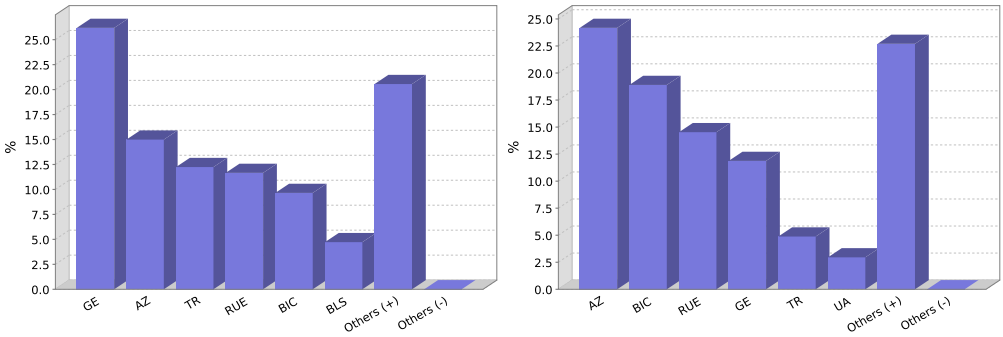

Рис. 15: Шесть наиболее важных стран или регионов-источников выбросов по уровню их воздействия на $POD_{1.0,gen\text{-}DF}$ в Грузии, к которому привело бы уменьшение выбросов NO_x(слева) и НМЛОС (справа). Сумма абсолютных величин уровней воздействий от всех стран-источников соответствует 100%. Для дальнейшей информации см. секцию 1.1.

5.3 SOMO35 – Риск воздействия озона на здоровье человека

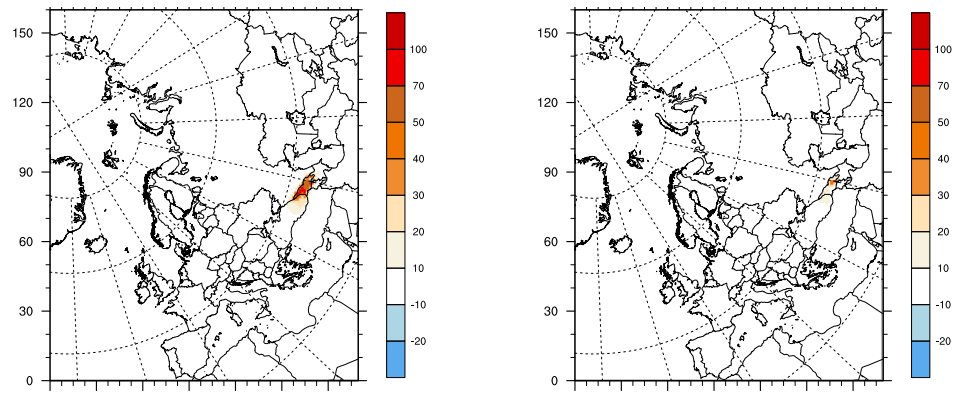

Рис. 16: Уменьшение SOMO35, к которому привело бы снижение выбросов NO_x(слева) и НМЛОС (справа) от Грузии на 15%. Единицы: ppb·день.

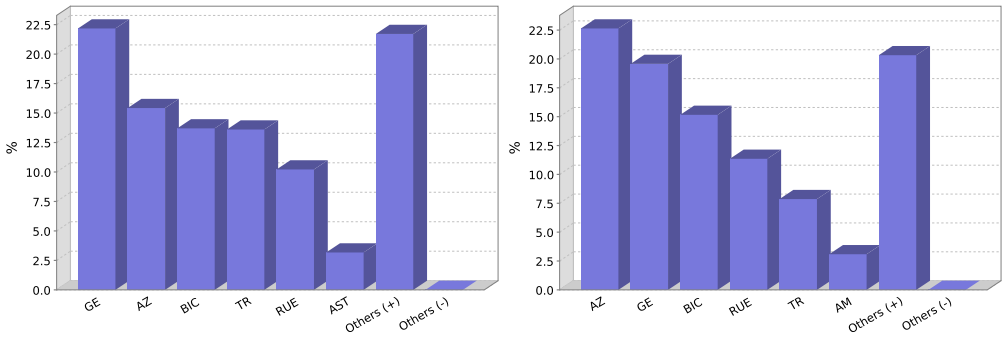

Рис. 17: Шесть наиболее важных стран или регионов-источников выбросов по уровню их воздействия на SOMO35 в Грузии, к которому привело бы уменьшение выбросов NO_x(слева) и НМЛОС (справа). Сумма абсолютных величин уровней воздействий от всех стран-источников соответствует 100%. Для дальнейшей информации см. секцию 1.1.

6 Трансграничные концентрации твердых частиц

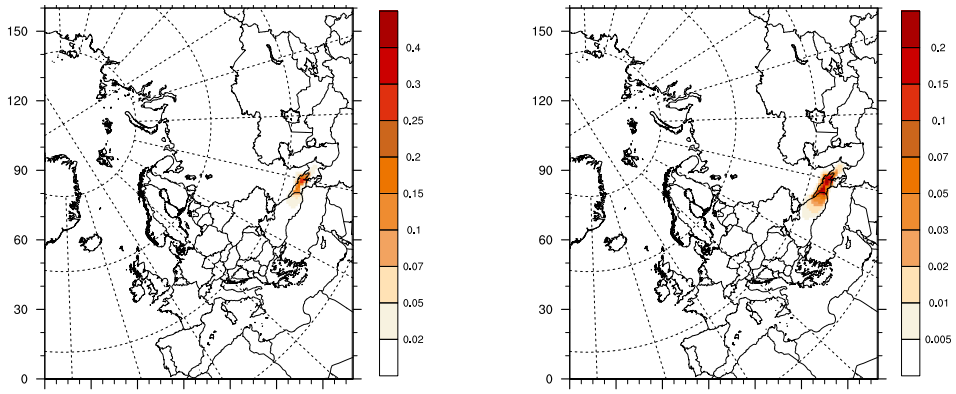

Рис. 18: Уменьшение концентраций SIA (слева) и $PPM_{2.5}$ (справа), к которому привело бы снижение выбросов от Грузии на 15%. Единицы: мкг/м^3.

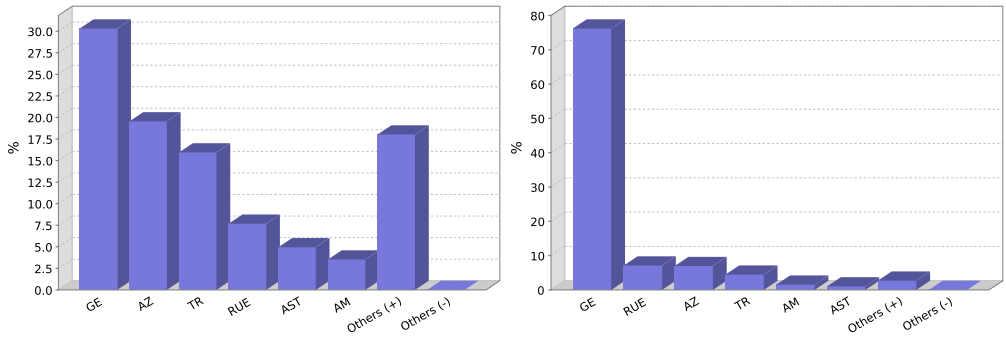

Рис. 19: Шесть наиболее важных стран или регионов-источников выбросов по уровню их воздействия на SIA (слева) и $PPM_{2.5}$ (справа) в Грузии, к которому привело бы уменьшение их выбросов. Сумма абсолютных величин уровней воздействий от всех стран-источников соответствует 100%. Для дальнейшей информации см. секцию 1.1.

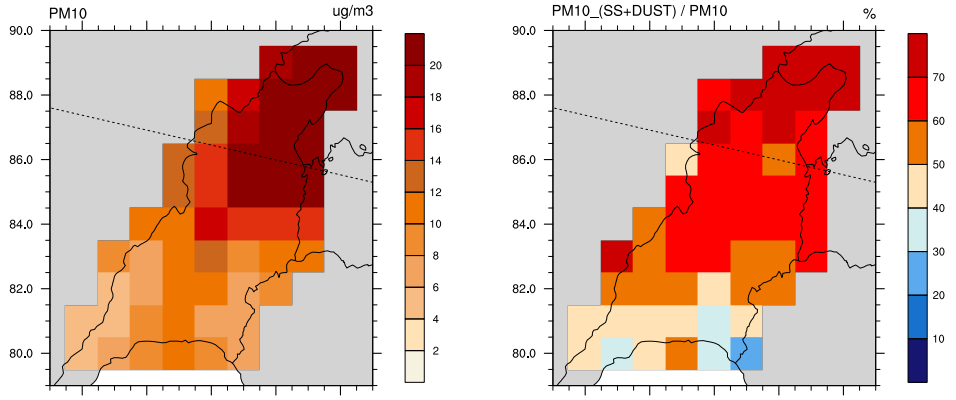

Рис. 20: Распределение PM_{10} (слева) и доля PM_{10} природного происхождения (частиц морской соли и эрозивной пыли) в составе общих концентраций PM_{10} (справа) в Грузии.

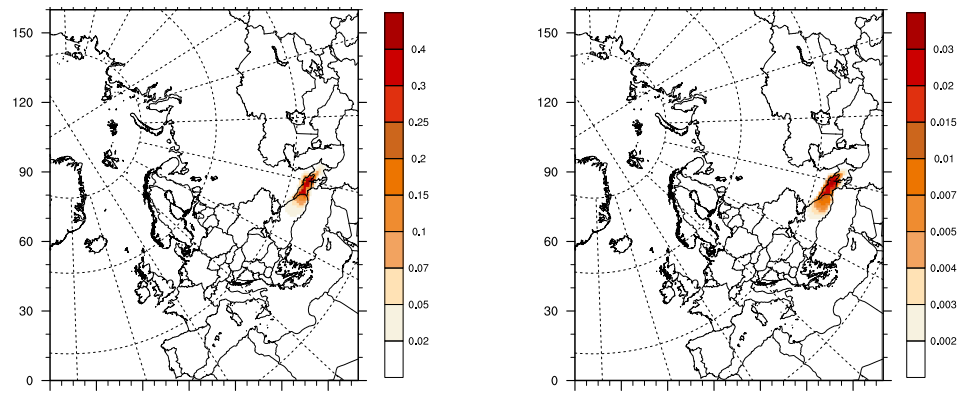

Рис. 21: Уменьшение концентраций $PM_{2.5}$ и грубодисперсных PM_{coarse}, к которому привело бы снижение выбросов от Грузии на 15%. Единицы: мкг/м^3. Обратите внимание на разницу в шкалах.

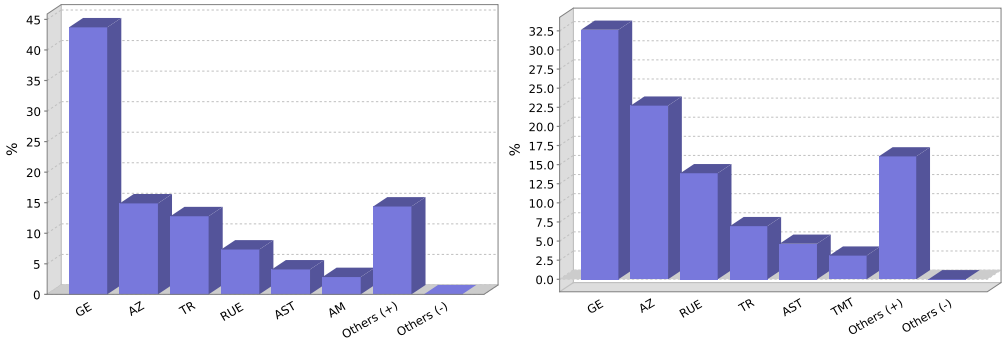

Рис. 22: Шесть наиболее важных стран-источников выбросов по уровню их воздействия $PM_{2.5}$ (слева) и грубодисперсных PM_{coarse} (справа) в Грузии, к которому привело бы уменьшение их выбросов. Сумма абсолютных величин уровней воздействий от всех стран-источников соответствует 100%. Для дальнейшей информации см. секцию 1.1.

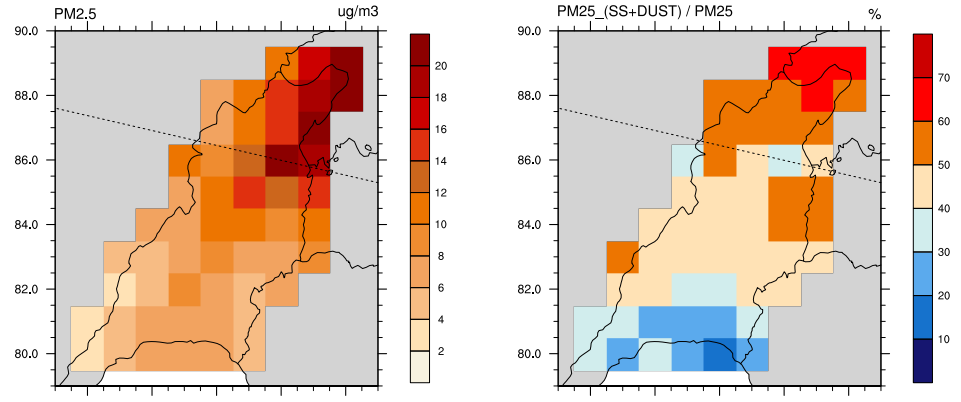

Рис. 23: Распределение $PM_{2.5}$ (слева) и доля $PM_{2.5}$ природного происхождения (частиц морской соли и эрозивной пыли) в составе общих концентраций $PM_{2.5}$ (справа) в Грузии.

7 Сравнение с наблюдениями

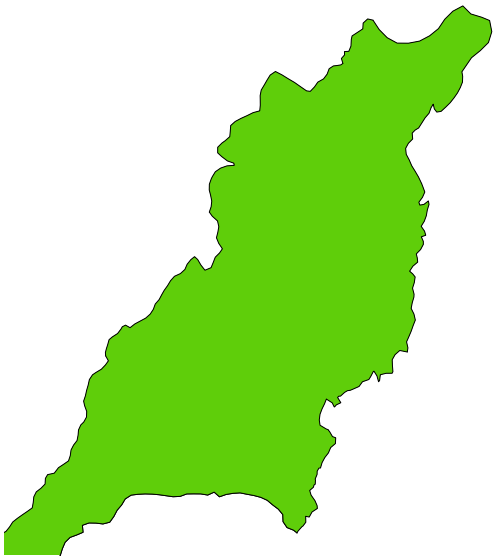

Рис. 24: Расположение измерительных станций в Грузии.

Необходимой для этого анализа выборки данных 2014 года не имеется.

Рис. 25: Распределение повторяемостей концентраций озона для Грузии на станциях, которые представили измерения O_3 в 2014 году (Модель, Измерения).

Необходимой для этого анализа выборки данных 2014 года не имеется.

Рис. 26: Распределение повторяемостей влажных выпадений для Грузии (Модель, Измерения).

Необходимой для этого анализа выборки данных 2014 года не имеется.

Рис. 27: Распределение повторяемостей концентраций веществ в воздухе в Грузии (Модель, Измерения).

Компонент	кол. станций	СОО	корреляция	СКО
SO2 в воздухе	0			
Сульфат в воздухе	0			
NO2 в воздухе	0			
NO3- в воздухе	0			
NH3+NH4 в воздухе	0			
PM10	0			
PM2.5	0			
Макс. суточный озон	0			
Сред. суточный озон	0			
SO4 влаж. вып.	0			
влаж. вып. нитрата	0			
влаж. вып. аммония	0			
Осадки	0			

Таблица 5: Годовая статистика сравнения результатов модельных расчетов с данными наблюдений в Грузии для станций, на которых имелись данные с недельными или более частыми измерениями. Стандартные отклонения показывают диапазон изменений величин между станциями. СОО=среднее относительное отклонение, СКО=средняя квадратическая ошибка.

8 Оценка риска ущерба от воздействия озона Грузии

8.1 Величины AOT40 для различных экосистем

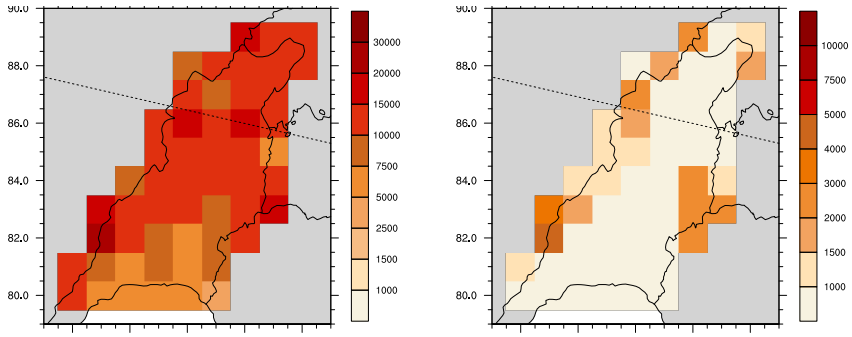

Рис. 28: $AOT40_f^{uc}$ и $AOT40_c^{uc}$ в Грузии в 2014 году.
$AOT40_f^{uc}$(сезон роста: апрель-сентябрь): Критический уровень для вредного воздействия на лесные деревья 5000 ppb·ч. $AOT40_c^{uc}$(сезон роста: май-июль): Критический уровень для сельскохозяйственных культур 3000 ppb·ч.

8.2 Потоки озона на определенные экосистемы

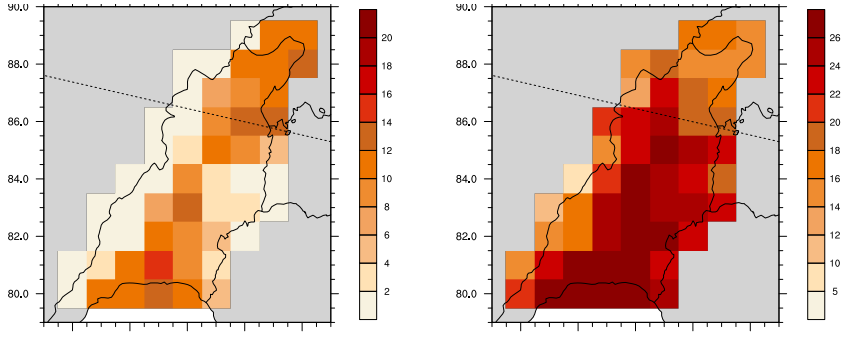

Рис. 29: $POD_{3.0,\text{gen-CR}}$ и $POD_{1.0,\text{gen-DF}}$ в Грузии в 2014 году.

8.3 Воздействия озона и ТЧ на здоровье

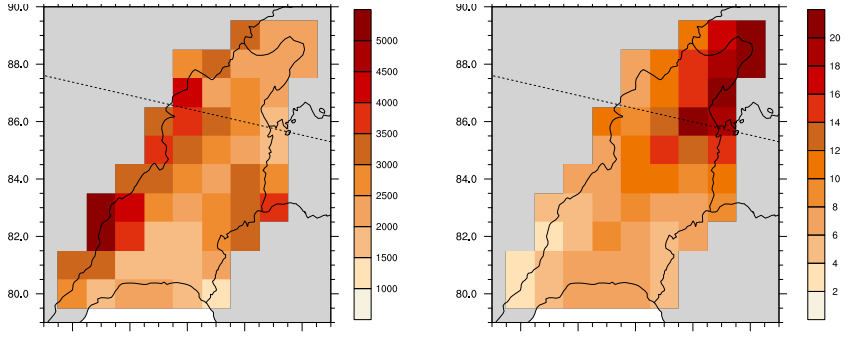

Рис. 30: Региональные уровни SOMO35 и $PM_{2.5}$ в Грузии в 2014 году.

emep

Meteorological Synthesizing Centre – West
Norwegian Meteorological Institute
P.O.Box 43 – Blindern, NO-0313 Oslo, Norway

ccc
NILU
Norwegian Institute for Air Research
P.O. Box 100
NO-2027 Kjeller
Norway
Phone: +47 63 89 80 00
Fax: 47 63 89 80 50
E-mail: kjetil.torseth@nilu.no
Internet: www.nilu.no

cam
International Institute for
Applied Systems Analysis
(IIASA)
Schlossplatz 1
A-2361 Laxenburg
Austria
Phone: 143 2236 807 0
Fax: +43 2236 71 313
E-mail: amann@iiasa.ac.at
Internet: www.iiasa.ac.at

ceip
Umweltbundesamt GmbH
Spittelauer Lände 5
1090 Vienna
Austria
Phone: 43 (0)1 313 04
Fax: +43-(0)1-313 04/5400
E-mail:
emep.emissions@umweltbundesamt.at
Internet:
http://www.umweltbundesamt.at/

msc-e
Meteorological Synthesizing
Centre-East
2nd Roshchinsky proezd,
8/5, room 207
115419 Moscow
Russia
Phone +7 926 906 91 78
Fax: +7 495 956 19 44
E-mail: msce@msceast.org
Internet: www.msceast.org

msc-w
Norwegian Meteorological
Institute (MET Norway)
P.O. Box 43 Blindern
NO-0313 OSLO
Norway
Phone: +47 22 96 30 00
Fax: +47 22 96 30 50
E-mail: emep.mscw@met.no
Internet: www.emep.int