



Европейская экономическая комиссия

Исполнительный орган по Конвенции
о трансграничном загрязнении воздуха
на большие расстояния

**Руководящий орган Совместной программы
наблюдения и оценки распространения
загрязнителей воздуха на большие
расстояния в Европе**

Рабочая группа по воздействию

Седьмая совместная сессия

Женева, 13–17 сентября 2021 года

Пункт 2 b) предварительной повестки дня

Ход осуществления деятельности по линии

**Совместной программы наблюдения и оценки
распространения загрязнителей воздуха на большие
расстояния в Европе в 2021 году и будущая работа:
измерения и разработка моделей**

Измерения и разработка моделей

**Доклад Целевой группы по измерениям и разработке моделей
о работе ее двадцать второго совещания**

Резюме

В настоящем документе содержится ежегодный доклад Целевой группы по измерениям и разработке моделей, которая действует под эгидой Руководящего органа Совместной программы наблюдения и оценки распространения загрязнителей воздуха на большие расстояния в Европе в соответствии с планом работы по осуществлению Конвенции о трансграничном загрязнении воздуха на большие расстояния на 2020–2021 годы (ECE/EB.AIR/144/Add.2), на основании пересмотренного мандата Целевой группы (решение 2019/8 Исполнительного органа)^a. В настоящем докладе обобщены результаты обсуждения и итоги двадцать второго совещания Целевой группы (проведено в режиме онлайн, 10–12 мая 2021 года).

^a Все решения Исполнительного органа, упоминаемые в настоящем документе, URL: www.unece.org/env/lrtap/executivebody/eb_decision.html.



I. Введение

1. В настоящем докладе содержатся итоги двадцать второго совещания Целевой группы по измерениям и разработке моделей (проведено в режиме онлайн, 10–12 мая 2021 года), включая информацию о деятельности, проведенной со времени ее предыдущего совещания (проведено в режиме онлайн, 11–13 мая 2020 года). В нем описан ход осуществления стратегии мониторинга Совместной программы наблюдения и оценки распространения загрязнителей воздуха на большие расстояния в Европе (ЕМЕП) на период 2020–2029 годов (решение 2019/1 Исполнительного органа) и разработки конкретных инструментов для построения моделей и текущих оценок, а также проведения нынешней и возможной совместной деятельности с другими органами Конвенции о трансграничном загрязнении воздуха на большие расстояния.

2. В целом в работе совещания приняли участие 103 эксперта из следующих Сторон Конвенции: Австрии, Бельгии, Венгрии, Германии, Дании, Испании, Италии, Кипра, Латвии, Нидерландов, Норвегии, Польши, Российской Федерации, Словакии, Соединенного Королевства Великобритании и Северной Ирландии, Соединенных Штатов Америки, Турции, Финляндии, Франции, Хорватии, Чехии, Швейцарии, Швеции, Эстонии. Также присутствовали представители: Координационного химического центра; Центра по кадастрам и прогнозам выбросов; Метеорологического синтезирующего центра — Восток (МСЦ-В); Метеорологического синтезирующего центра — Запад (МСЦ-З); Центра по разработке моделей для комплексной оценки; Руководящего органа ЕМЕП; Европейского агентства по окружающей среде; Европейской комиссии; Целевой группы по разработке моделей для комплексной оценки; Целевой группы по переносу загрязнения воздуха в масштабах полушария; Целевой группы по кадастрам и прогнозам выбросов; и Всемирной метеорологической организации (ВМО).

3. Совещание проходило под сопредседательством г-на Августина Колета (Франция) и г-жи Оксаны Тарасовой (ВМО). Они представили повестку дня¹, рассказали о ходе выполнения плана работы на 2020–2021 годы по осуществлению Конвенции о трансграничном загрязнении воздуха на большие расстояния (ECE/EB.AIR/144/Add.2), изложили представленные материалы и дальнейшие ожидания Целевой группы в отношении обзора Протокола по борьбе с подкислением, эвтрофикацией и приземным озоном (Гётеборгский протокол) с поправками 2012 года (решение 2019/4 Исполнительного органа) и подготовки к плану работы на 2022–2023 годы, который впоследствии обсуждался в ходе совещания.

4. Председатель Руководящего органа ЕМЕП представила обновленную информацию о Конвенции и деятельности ЕМЕП. Она представила график обзора Гётеборгского протокола. Она подчеркнула важность работы над конденсирующимися выбросами, которая была поручена ЕМЕП и обсуждалась на техническом рабочем совещании, организованном при поддержке Совета министров Северных стран в 2020 году (см. сноску 8.). Она описала дорожную карту, предложенную на этом рабочем совещании, как путь вперед для внедрения комплексного учета конденсирующихся выбросов в работе по моделированию политики. Она подчеркнула важность коммуникации с национальными экспертами и политическими органами для реализации такой дорожной карты. Далее она рассказала о ходе пересмотра долгосрочной стратегии Конвенции² на период 2020–2029 годов. Она подчеркнула, что пересмотренная стратегия будет охватывать как ЕМЕП, так и Рабочую группу по воздействию в целях: повышения последовательности и взаимосвязи между стратегиями этих двух органов; установления четких общих целей; и сосредоточения внимания на пробелах, которые необходимо восполнить в отношении осуществления. Обзор и последующий пересмотр Гётеборгского

¹ URL: <https://projects.nilu.no/ccc/tfmm/>.

² URL:

www.unece.org/fileadmin/DAM/env/documents/2012/EB/Informal_document_no_18_Revised_Long-term_Strategy_of_the_effects-oriented_activities_clean_text.pdf.

протокола будут приняты во внимание при разработке долгосрочной стратегии Конвенции. Конвенция продолжит усилия по созданию глобального форума для международного сотрудничества по вопросам загрязнения воздуха, которая будет служить для Конвенции инструментом обмена передовым опытом.

II. Обновленная информация о деятельности Совместной программы по мониторингу и оценке распространения загрязнителей воздуха на большие расстояния в Европе, а также центров и исследовательских инфраструктур и международных организаций

5. Представитель Координационного химического центра представил обновленную информацию о работе центра, уделив особое внимание внедрению лицензирования данных в базе данных САЭДО³. Он подчеркнул, что важно сохранить открытый доступ к данным наблюдений ЕМЕП, которые распространяются открыто с 1977 года. Постоянные идентификаторы отдельных наборов данных позволили бы лучше отслеживать фактическое использование наборов данных. Данные САЭДО были лицензированы по международной лицензии Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0), и данные были предназначены для свободного обмена и адаптации в любых целях. Следует выразить соответствующую благодарность САЭДО при Норвежском институте исследования воздуха и индивидуальным рамкам, определенные как проект, программа или организация, к которым относился или принадлежал данный набор данных. Было сочтено нецелесообразным указывать авторство отдельных авторов данных. Формулировка для описания политики в области данных была предложена для дальнейшего обсуждения. Далее докладчик рассказал о работе, проводимой в Центре в связи с коронавирусным заболеванием (COVID-19). Он отметил, что несколько научных исследований (частично основанных на данных ЕМЕП), связанных с COVID-19, уже имеются или находятся в процессе проведения, но они в основном сосредоточены на непосредственных последствиях. ЕМЕП была специально разработана для мониторинга долгосрочных тенденций и связей между выбросами и воздействием в целях разработки протоколов по сокращению выбросов, и поэтому возникла необходимость оценить воздействие пандемии COVID-19 на достижения в отношении протоколов Конвенции на более систематической основе. Данные ЕМЕП за 2020 год станут доступны летом 2021 года. ЕМЕП может начать оценку COVID-19 в 2021 году, но она не будет завершена до представления доклада о ходе работы ЕМЕП осенью 2022 года.

6. Представитель Исследовательской инфраструктуры по аэрозолям, облакам и газовым примесям (АКТРИС) представил отчет о ходе создания АКТРИС. В марте 2021 года Временный совет АКТРИС единогласно утвердил пятилетний финансовый план, членские взносы и научно-техническое описание, а также предоставил Финляндии мандат на начало процесса подписания соглашения. Юридическое лицо под названием Европейский консорциум исследовательской инфраструктуры АКТРИС, вероятно, будет создано в конце 2021 года. АКТРИС включил в себя национальные объекты для производства данных и физического доступа к ним, тематические центры для процедур измерений и контроля качества, а также центры данных для курирования данных и продуктов данных и доступа к ним. Он объяснил взаимную выгоду от совместного использования этих процессов между АКТРИС и ЕМЕП. Необходимо было провести дальнейшее обсуждение условий присвоения знака качества АКТРИС наблюдениям, соответствующим требованиям АКТРИС, на измерительных площадках, не включенных в число национальных объектов АКТРИС. Он также подчеркнул, что пользователи выиграют от такого сотрудничества благодаря: беспрепятственному доступу к данным в среде поиска, доступа, взаимодействия и повторного использования (FAIR); более широкой гармонизации процедур и измерений в Европе и на международном уровне; улучшение качества

³ См. <http://ebas.nilu.no/>.

доступа к данным; наличие услуг с добавленной стоимостью (уровень 3); и доступу к значимому количеству информации и к данным, получаемым в ходе кампаний.

7. Представитель МСЦ-Запад рассказал о подготовке страновых докладов, включая использование конденсирующихся выбросов на 2019 год и моделирование трендов на 2000–2019 годы (без конденсирующихся выбросов) с новой сеткой (Центр по кадастрам и прогнозам выбросов). МСЦ-Запад разработал новый интерфейс⁴ ЕМЕП для определения тенденций и распределения источников, который объединяет наблюдения с результатами моделирования с использованием модели ЕМЕП и призван заменить доклады об оценке модели. Модель ЕМЕП была разработана для предоставления соответствующей информации о фоновом загрязнении воздуха для Модели взаимодействия и кумулятивного эффекта парниковых газов и загрязнения воздуха (GAINS), которая предоставляет варианты контроля выбросов и связанные с ними затраты. Выход на местный масштаб в настоящее время основан на перераспределении концентраций с 28-километровой сетки на 7-километровую сетку и даже на городские полигоны (с использованием распределения населения), а также на оценке концентраций в местах мониторинга с использованием наблюдений и с учетом приращения дорожных участков и регионального фонового уровня. Одна из новых разработок заключается во введении «локальной фракции» в модель ЕМЕП в целях составления подробной карты источников для любой точки. К началу 2022 года этот подход будет служить основой для уменьшения масштаба с $0,3^\circ \times 0,2^\circ$ долготы/широты до $0,1^\circ \times 0,1^\circ$ долготы/широты путем отслеживания относительного вклада местного загрязнения воздуха и загрязнения воздуха на большие расстояния. Он может даже обеспечить корректировочные коэффициенты воздействия на уровне подсетки с разрешением до 250 м для первичных загрязнителей воздуха. Кроме того, в следующей версии GAINS пространственный охват расчетов источник-рецептор будет расширен на восток, чтобы лучше охватить страны Восточной Европы, Кавказа и Центральной Азии.

8. Представитель МСЦ-Восток представил обновленную информацию о работе Центра. Она включала: подготовку оценки долгосрочных изменений в загрязнении полициклическими ароматическими углеводородами (ПАУ) в странах ЕМЕП (1990–2018 годы); оценки вклада бытового сжигания и других секторов в загрязнение ПАУ; исследовательскую деятельность для улучшения оценки загрязнения ПАУ (национальные тематические исследования, европейское мультимодельное взаимное сравнение EuroDelta-Carb); и вклад в оценку воздействия на человека дисперсного вещества и токсичных ПАУ. Анализ тенденций показал, что снижение уровней ртути (Hg) в Европе составило в среднем 30 %, в то время как в Арктике — только 7 %. Снижение выбросов из европейских источников было частично сбалансировано увеличением выбросов в Восточной Азии и медленно изменяющимися выбросами из унаследованных источников. Был проведен анализ различных факторов для улучшения отнесения источников выбросов. Целевая группа по переносу загрязнения воздуха в масштабах полушария организовала два специализированных рабочих совещания по ртути и по стойким органическим загрязнителям (СОЗ) (в режиме онлайн, 13 апреля и 15 апреля 2021 года соответственно) с целью инициирования исследовательской деятельности для поддержки ожидаемого пересмотра Протоколов по тяжелым металлам и по стойким органическим загрязнителям. В этом мероприятии планировали принять участие 11 групп по моделированию. По решению совещания Бюро ЕМЕП (в режиме онлайн, 1–4 марта 2021 года) была создана специальная группа по загрязнению морской среды для оказания поддержки региональным морским конвенциям в модельной оценке долгосрочных тенденций осаждения тяжелых металлов в Северном море и Северной Атлантике и в определении источников. Для этих регионов будут рассчитаны матрицы источников-рецепторов осаждения тяжелых металлов для свинца, кадмия и ртути. Аналогичная оценка, включающая СОЗ, будет проведена для Балтийского моря. Центр — от имени ЕМЕП — внес свой вклад в Программу мониторинга и оценки состояния Арктики 2021 года по оценке ртути. Система моделирования МСЦ-Восток также была обновлена в целях улучшения представления химических свойств ртути и усовершенствования

⁴ См. <https://aerocom-trends.met.no/EMEP/>.

параметризации обмена между воздухом и поверхностью. МСЦ-Восток начал изучать проблему микропластика.

9. Представитель ВМО сообщила о последних событиях в рамках ВМО и о ее программе «Глобальная служба атмосферы» (ГСА). Она рассказала об обновлении круга полномочий для структур в рамках программы ГСА, чтобы привести эту программу в соответствие с реформой учредительных органов. Она проинформировала участников о публикации обновленного заявления об использовании недорогих датчиков для измерения состава атмосферы⁵. Она рассказала о процессе и результатах разработки Единой политики ВМО в области данных. Она представила приоритеты и планы работы исследовательского совета, курирующего программу ГСА, на 2021 год. Одно из направлений деятельности заключается в продвижении вперед в работе Целевой группы по COVID-19, которая подготовила в 2021 году *First Report of the WMO COVID-19 Task Team: Review on Meteorological and Air Quality Factors Affecting the COVID-19 Pandemic* («Первый доклад Целевой группы ВМО по COVID-19: обзор метеорологических факторов и факторов качества воздуха, влияющих на пандемию COVID-19»)⁶. В рамках программы ГСА было начато несколько мероприятий, связанных с исследованиями COVID-19, для рассмотрения влияния режима изоляции на состав атмосферы. Далее она проинформировала участников совещания об осуществлении в рамках этой программы трех инициатив «наука для услуг». Она пригласила членов Целевой группы по измерениям и моделированию посетить запланированный в 2021 году симпозиум ГСА (в режиме онлайн, 28 июня — 2 июля 2021 года).

III. Исследования, связанные с выбросами в секторе жилья

10. Представитель МСЦ-Запад представил результаты экспертного рабочего совещания⁷ по конденсирующимся органическим выбросам, организованного МСЦ-Запад при поддержке Совета министров Северных стран (в режиме онлайн, 17–19 марта 2020 года). Участники рабочего совещания пришли к выводу, что в краткосрочной перспективе кадастр выбросов REF2 Нидерландской организации прикладных научных исследований является хорошим бесприоритетным первым шагом с точки зрения описания конденсирующихся выбросов от сжигания древесины в жилых домах при составлении модели рассеивания выбросов. Нидерландская организация прикладных научных исследований, Центр по разработке моделей для комплексной оценки, Центр по кадастрам и прогнозам выбросов, Целевая группа по кадастрам и прогнозам выбросов и Целевая группа по измерениям и разработке моделей работают над улучшением оценок выбросов для использования в моделировании МСЦ-3. Была представлена прозрачная методология для определения стран, в которых конденсирующиеся выбросы исключены из отчетности по выбросам в жилых помещениях и должны быть заменены кадастром REF2. Этот подход должен быть дополнительно доведен до сведения Сторон, задокументирован и оценен с учетом национальных выбросов и оценок выбросов Международного института прикладного системного анализа. Это может, например, повлечь за собой запросы в отношении типов дровяных печей или норм выхлопа для дорожного транспорта. Такой обмен информацией уже начался, например, с Международным институтом прикладного системного анализа, Францией и Финляндией, однако поощряется развитие диалога со Сторонами. В долгосрочной перспективе необходимо уделить

⁵ См. Richard E. Peltier, ed., *An update on low-cost sensors for the measurement of atmospheric composition: December 2020*, World Meteorological Organization (WMO)-No. 1215 (Geneva, WMO, 2021). URL: https://library.wmo.int/index.php?lvl=notice_display&id=21508.

⁶ См. WMO-No. 1262 (Geneva, WMO, 2021). URL: https://library.wmo.int/index.php?lvl=notice_display&id=21857.

⁷ См. David Simpson and others, “How should condensables be included in PM emission inventories reported to EMEP/CLRTAP? Report of the expert workshop on condensable organics organized by MSC-W, Gothenburg 17–19 March 2020”, Technical Report No. MSC-W 4/2020 (Oslo, Meteorological Synthesizing Centre-West (MSC-West)/Nordic Council of Ministers, December 2020). URL: https://emep.int/publ/reports/2020/emep_mscw_technical_report_4_2020.pdf.

приоритетное внимание совершенствованию информации, содержащейся в Справочном руководстве ЕМЕП/Европейского агентства по окружающей среде по кадастрам выбросов загрязнителей воздуха (руководство)⁸, чтобы обеспечить устойчивый и надежный процесс отчетности. Предложения по улучшению будут включены в процесс обзора Гётеборгского протокола.

11. Сопредседатель Целевой группы по измерениям и разработке моделей представил выводы этапа моделирования дисперсного вещества (PM) в рамках мультимодельного взаимного сопоставления Eurodelta-Carb, организованного совместно со Службой мониторинга атмосферы «Коперник». Цель этого мероприятия заключалась в том, чтобы проанализировать имеющиеся данные, полученные в ходе периода совместных интенсивных измерений тонкодисперсного аэрозоля, которые ЕМЕП/АКТРИС/Chemical On-Line сOmpoSition and Source Apportionment провели зимой 2017/18 годов. В сравнении участвовали 13 моделей, которые выполняли имитации с использованием различных методов обработки данных о конденсирующихся выбросах. Десять моделей дали результаты с ЕМЕП (Ref1) и научно обоснованными выбросами (Ref2). Средняя системная ошибка для частиц с аэродинамическим диаметром равным 10 микрометрам (PM₁₀) или менее в целом по Ref2 по сравнению с Ref1 была снижена в среднем на 22 % в Европе и от 1 % до 88 % в зависимости от страны. Включение конденсирующихся выбросов приблизило результаты моделирования к наблюдениям. Последующие шаги должны будут касаться моделирования полуплетучих органических соединений (ПЛОС)/промежуточных летучих органических соединений. Эксперименты по бензо[а]пирену были начаты, а оценка модели, сосредоточенная на моделировании черного углерода, была приостановлена.

12. Эксперт из Нидерландов представил результаты отнесения источников элементарного углерода с помощью модели LOTOS-EUROS по сравнению с ископаемым топливом и сжиганием древесины с использованием результатов моделирования Eurodelta-Carb и при уделении более пристального внимания эквивалентному отнесению источников черного углерода, предоставленному Координационным химическим центром. Результаты продемонстрировали улучшение оценок выбросов от сжигания древесины при учете конденсирующихся выбросов. Для дальнейшего анализа необходимо провести более тщательный отбор участков.

13. Представитель МСЦ-В представил оценку загрязнения ПАУ в Польше, уделяющую особое внимание бензо(а)пирену. Национальное исследование для Польши включало имитацию уровней бензо(а)пирена, бензо(б)флуорантена, бензо[к]флуорантена и индено[сd]пирена в этой стране с использованием подробных национальных данных, оценки модели с использованием предыдущего и обновленного национального кадастра выбросов ПАУ, экспериментального моделирования с использованием сценариев выбросов и оценки превышения нормативов Европейского Союза и Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) по качеству воздуха для ПАУ. Использовалась модель Global ЕМЕП Multi-media Modelling System (GLEMOS) с разрешением 0,1° x 0,1°. Моделирование с более высоким разрешением при участии национальных экспертов привело к снижению системной ошибки модели с –55 % до –20 % и увеличению корреляции между моделью и данными наблюдений с 0,4 до 0,6. Моделирование долгосрочных тенденций для бензо(а)пирена продемонстрировало отсутствие снижения наблюдаемых и смоделированных уровней загрязнения бензо(а)пиреном и наличие превышений рекомендаций, касающихся качества воздуха, в некоторых странах ЕМЕП. Было отмечено, что важно учитывать воздействие на население смеси токсичных ПАУ (например, 16 ПАУ), поскольку они обладают различной индивидуальной токсичностью. Было запланировано мультимодельное исследование загрязнения бензо(а)пиреном в 2017/18 годах с использованием данных интенсивной кампании

⁸ См. Cooperative Programme for Monitoring and Evaluation of the Long-range Transmission of Air Pollutants in Europe (EMEP)/European Environment Agency (EEA), “EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2019: Technical guidance to prepare national emission inventories”, EEA Report No. 13/2019 (Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2019). URL: www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-guidebook-2019.

зимнего мониторинга (EuroDelta-Carb), представление результатов которого ожидается на следующем совещании Целевой группы по измерениям и разработке моделей.

14. Эксперт из Швейцарии представил анализ органической аэрозольной компоненты по всей Европе с использованием измерений, проведенных с помощью Aerosol Chemical Speciation Monitor (ACSM)/Aerosol Mass Spectrometer (AMS). Он описал стандартизированный протокол, который был разработан для анализа долгосрочных данных ACSM с помощью специального программного обеспечения (SoFi Pro). Результаты анализа показали, что окисленные органические аэрозоли (OOA) по-прежнему вносят наибольший вклад в Европе. На большинстве станций значительным источником, особенно в холодный период, было сжигание биомассы, в то время как органический аэрозоль от сжигания биомассы (ОАСБ), органический аэрозоль от сжигания угля (ОАСУ) и органический аэрозоль торфа демонстрировали отчетливые сезонные изменения. Вклад углеводородоподобного органического аэрозоля (VOA) и менее окисленного окисленного органического аэрозоля (MO-OOA) в аэрозольную нагрузку был постоянным в разные сезоны во всей Европе. Городские сайты показали больший вклад первичных источников, чем сельские. Благодаря частичному перекрытию нескольких наборов данных наблюдений в период с 2016 по 2017 год, можно определить происхождение аэрозолей, переносимых на большие расстояния.

15. Другой эксперт из Швейцарии представил высокоразрешенную по времени характеристику и распределение источников элементного состава взвешенного вещества в Цюрихе (Швейцария). Он отметил, что выбросы, происходящие внутри городских агломераций, имеют схожие химические отпечатки и характер выбросов. Это затрудняет идентификацию и различение источников в моделях распределения источников, что ограничивает использование новых методов наблюдения для поддержки успешных мер по смягчению последствий и их применения. Детальный анализ с использованием коэффициентов выбросов был проведен для Цюриха. Были сделаны корректировки для системы переключения входов и подхода к распределению источников, которые улучшили результаты позитивной матричной факторизации для Цюриха. Очевидным преимуществом такого подхода было то, что модель, в дополнение к суточной и временной изменчивости набора данных, также использовала изменчивость данных, разделенных по размерам. Эта методология должна быть проверена с использованием долгосрочных данных из других районов с более частыми случаями повышенного загрязнения, что может создать сложности для процедуры интерполяции. Ожидалось, что объединение данных, полученных с помощью различных инструментов, позволит улучшить результаты. В Европе уже созданы площадки с несколькими аэрозольными инструментами, работающими на постоянной основе.

IV. Достижения в области методов мониторинга

16. Представитель Соединенного Королевства Великобритании и Северной Ирландии представила обзор методов измерения аммиака и других газовых примесей для фоновых и дистанционного мониторинга загрязнения воздуха. Она рассказала о важности аммиака в контексте здоровья человека и экосистемы, загрязнения окружающей среды и химии атмосферы. В Соединенном Королевстве Великобритании и Северной Ирландии произошли изменения в стандартах на аммиак. Согласно прогнозам, при большинстве климатических сценариев объемы аммиака будут увеличиваться. Она представила результаты измерений аммиака на двух участках ЕМЕП в стране. Хотя оба участка считались «фоновыми», они имели разную степень сельскохозяйственной деятельности вокруг них. Наблюдения показали, что диффузионные пробоотборники представляют собой недорогой и неприхотливый вариант измерения. При правильном подходе они могут быть довольно точными, хотя скорость поглощения должна быть откалибрована. В результате полевых сравнений были получены значимые доказательства того, что многие автоматические приборы, представленные на рынке, способны точно измерять

содержание аммиака; однако необходимо разработать стандартные операционные процедуры для таких измерений. Эти процедуры должны применяться к обслуживанию приборов (включая выпуск, протоколы очистки, исходную линию и дрейф диапазона). Центр экологии и гидрологии Соединенного Королевства проводил лабораторные испытания систем калибровки на основе проницаемости и систем калибровки с разбавлением газа и увлажнением газового потока, чтобы начать разработку «золотого стандарта» и «полевых» стандартных протоколов.

17. Другой эксперт из Соединенного Королевства Великобритании и Северной Ирландии представил сравнение пробоотборников для измерения только жидких осадков на участках ЕМЕП в этой стране. Целью исследования было оценить производительность пробоотборника Digitel в сравнении с пробоотборником Eigenbrodt. Последние применялись с 2016 года на станции Чилболтон и с июня 2006 года на станции Оченкорт-Мосс (обе находятся в Соединенном Королевстве Великобритании и Северной Ирландии). Параллельная работа с Digitel длилась пару лет. На обоих участках сравнивались объемные дождеприемники и дождемеры, расположенные рядом друг с другом. В результате исследования был сделан вывод, что с эксплуатационной точки зрения осадкомер Eigenbrodt для измерения только жидких осадков является более надежным и простым по конструкции. У Digitel были проблемы с конструкцией: прибор не мог быть использован в качестве ежедневного коллектора ЕМЕП для измерения только жидких осадков без модификации. Кроме того, он требовал более тщательного ухода и специальной подготовки, и на смену еженедельных образцов уходило больше времени. Digitel регистрировал дополнительные переменные (экологические и эксплуатационные). Очень важным было регулярное сравнение с данными дождемеров, чтобы убедиться в правильности работы для измерения только жидких осадков. Эксперимент продемонстрировал важность как минимум 24-месячного перекрытия измерений при замене любых приборов на площадке ЕМЕП. Презентация также дала возможность провести последующие обсуждения по отбору проб микропластика в осадках.

V. Общая обновленная информация по странам

18. Представитель Латвии представил планы по модернизации станции ГСА/ЕМЕР «Рукава» (Латвия). Станция была создана в 1985 году и уже охватывала широкий спектр наблюдений за регулируемыми газовыми загрязнителями, дисперсным веществом и химическим составом осадков. Запланированные обновления включали новые онлайн-приборы для измерения диоксида серы (SO₂) и диоксида азота (NO₂). Для лабораторного анализа мелкодисперсных частиц (PM_{2,5}) и PM₁₀ будут установлены приборы, использующие метод поглощения бета-излучения. Будут установлены новые приборы для наблюдений за ртутью.

19. Представитель Турции рассказала о деятельности по наблюдению и моделированию качества воздуха в этой стране. Она представила информацию, имеющуюся на портале управления выбросами в атмосферу⁹, который содержит информацию о выбросах из стационарных источников и выбросах на основе сетки. В стране существует расширенная сеть наблюдений за загрязнением воздуха, которая включает 162 станции для измерения PM_{2,5}, 302 для измерения SO₂, 296 для измерения оксидов азота (NO_x), 198 для измерения озона и 186 для измерения монооксида углерода. Для создания карт загрязнения использовалось программное обеспечение Airface. Планы на будущее включают расширение охвата и доступности данных и снижение неопределенности кадастра выбросов. Будет увеличено число провинций, имеющих геоинформационную систему для конкретного города и трехмерные результаты, а моделирование будет осуществляться в общенациональном масштабе. Дальнейшее внимание будет уделено взаимодействию с международным сообществом, занимающимся качеством воздуха, и более активной публикации научных работ.

⁹ См. <https://www.csb.gov.tr/en>.

20. Эксперт из Италии представила обновленную информацию о деятельности в области качества воздуха в ее стране. Она рассказала о сотрудничестве между Национальным агентством Италии по новым технологиям, энергетике и устойчивому экономическому развитию, Национальным институтом здравоохранения Италии и Национальной системой охраны окружающей среды, в которую входят Национальный исследовательский институт охраны окружающей среды и региональные агентства по охране окружающей среды, в рамках общенационального исследования («Пульвирус») по изучению: взаимосвязи между загрязнением воздуха и распространением пандемии COVID-19; физико-химико-биологических взаимодействий между мелкодисперсным веществом и вирусами; и влияния режима изоляции на загрязнение воздуха и парниковые газы. Деятельность по измерению и моделированию была объединена. Результаты анализа были использованы для обновленных сценариев на 2030 год для Национального плана контроля загрязнения воздуха (Директива Европейского Союза о национальных верхних пределах выбросов)¹⁰. Распределение источников в режиме онлайн осуществлялось с использованием Национальной интегрированной модели, поддерживающей модель международных переговоров по вопросам загрязнения воздуха (MINNI). Модель GAINS была обновлена для Италии с использованием данных из 20 итальянских регионов. Далее она представила результаты проекта *Aerotrazione con BioCarburanti*. Она продемонстрировала, что использование биотоплива удваивает выбросы органического углерода в PM_{2,5}.

VI. Влияние режима изоляции в связи с COVID-19 в 2020 году на качество воздуха в Европе

21. Представитель Координационного химического центра представил анализ влияния режима изоляции на уровни диоксида азота по всей Европе. Анализ был основан на данных прямых наблюдений, проведенных на европейских станциях мониторинга, поступающих в базу данных электронных отчетов о качестве воздуха Европейского агентства по окружающей среде. Также были реализованы обобщенные статистические модели с добавлением присадок, учитывающие метеорологические переменные, для объяснения изменчивости уровней выбранного загрязнителя. Эти модели продемонстрировали наилучшие показатели для участков с интенсивным дорожным движением/городских/пригородных участков и более высокую степень неопределенности в Южной Европе (Испания/Италия/Болгария). Одной из причин этого были ошибки в данных измерений, и благодаря проверенным данным были достигнуты улучшения. Исследование привело к выводу, что для анализа снижения концентраций в результате режима изоляции необходимо учитывать изменчивость метеорологии. Концентрации NO₂ значительно снизились из-за сокращения интенсивности движения во время режима изоляции во всех странах Европы, но различия между странами, городами и станциями были значительными. Наиболее сильные сокращения наблюдались в Италии, Франции, Соединенном Королевстве Великобритании и Северной Ирландии и Испании (40–60 % в апреле), а наименьшее — на востоке (Венгрия, Чехия и Польша) с изменением менее чем на 20 %.

22. Эксперт из Швейцарии представил анализ влияния режима изоляции на качество воздуха в европейских городских районах. Было проведено сравнение девяти пар участков, а для анализа данных использовалось машинное обучение. В аналитическом подходе использовались производные модели для расчета контрфактивных сценариев и байесовской точки изменения. Результаты показали, что сокращения NO₂ примерно на треть сопровождалось увеличением озона. Эта картина отражает общую тенденцию, наблюдавшуюся в последние несколько десятилетий, но режим изоляции усугубил эти тенденции на протяжении нескольких месяцев в

¹⁰ Directive (EU) 2016/2284 of the European Parliament and of the Council of 14 December 2016 on the reduction of national emissions of certain atmospheric pollutants, amending Directive 2003/35/EC and repealing Directive 2001/81/EC, *Official Journal of the European Union*, L 344 (2016), pp. 1–31.

2020 году. Почти полная замена NO₂ озоном была несколько неожиданной и указывает на то, что в атмосфере городских районов Европы влияние ЛОС является ограниченным в отношении образования озона. Анализ дает определенное представление о вероятной будущей ситуации, когда в эксплуатации будет находиться меньшее количество автомобилей с двигателями внутреннего сгорания, и обозначил будущие проблемы управления озоном в городах. Для сравнения реакции в городских и сельских районах требуется дальнейший анализ. Аналогичные анализы требовались для отдельных составляющих концентраций PM, измеренных на участках ЕМЕП, что представляло собой сложную задачу из-за более разнообразного набора источников и процессов. Во многих европейских странах в 2020 и 2021 годах наблюдались менее строгие вторые и даже третьи этапы режима изоляции; реакции загрязнителей за эти периоды еще не были исследованы.

VII. Анализ долгосрочных тенденций и пространственных масштабов для вклада в обзор измененного Гётеборгского протокола

23. Представитель МСЦ-Запад представил результаты расчетов экспозиции с высоким разрешением для Европы, Западных Балкан и стран Восточной Европы, Кавказа и Центральной Азии с использованием моделей ЕМЕР и uЕМЕР. Расчеты были проведены для 2018 года с использованием данных ЕМЕР с разрешением 0,1°. Основное внимание уделялось концентрациям PM_{2,5}. Модель uЕМЕР была применена на высоте 250 м при среднегодовых данных с понижением масштаба. Часть населения, подвергающаяся воздействию выше порогового уровня, была оценена для каждой модельной сетки моделей ЕМЕР и uЕМЕР. Включение воздействия с высокой степенью разрешения в uЕМЕР в исследуемых регионах увеличило взвешенную по населению концентрацию от 5 % до 24 %. Процент населения, подверженного воздействию концентрации PM_{2,5} > 15 микрограммов на кубический метр ($\mu\text{g}/\text{m}^3$), находился в диапазоне 13–54 % при оценке по модели ЕМЕП и 6–115 % при внедрении uЕМЕР. Результаты продемонстрировали значительные различия в системной ошибке между двумя подходами в разных странах Европы. На Западных Балканах более высокий вклад вносит сжигание топлива в жилых помещениях. Анализ Восточной Европы, Кавказа и Центральной Азии продемонстрировал крайне неравномерные и нереальные выбросы в некоторых странах.

24. Эксперт из Швеции представил анализ сопутствующих выгод, связанных с качеством воздуха и предотвращением изменения климата. Он напомнил о расходящемся охлаждающем/подогревающим воздействии на климат SO₂ и черного углерода. Воздействие на климат различных загрязнителей распределялось географически неравномерно, например, наибольшее воздействие черного углерода наблюдалось в Арктике. Прошлые изменения климата в Арктике (1990–2015 годы) были обусловлены увеличением выбросов диоксида углерода (CO₂) и уменьшением выбросов SO₂. Половина повышения температуры примерно на 2 °C–2,5 °C может быть обусловлена снижением выбросов SO₂. Сценарии будущих выбросов продемонстрировали дальнейшее сильное влияние нестойких климатических загрязнителей на температуру в Арктике. Для предотвращения изменения климата необходимо сосредоточиться на снижении выбросов черного углерода и метана, а для борьбы с изменением качества воздуха — на снижении концентрации PM_{2,5}. Азиатские выбросы доминировали в воздействии на климат, в то время как региональные выбросы влияли на региональное воздействие на здоровье. Это продемонстрировало, что политика в области качества воздуха и климатическая политика должны быть скоординированы.

25. Представитель Испании представил изменчивость озона в 2010–2020 годах и результаты измерений ЛОС, прекурсоров озона в Испании в 2019–2020 годах. Сложная феноменология эпизодов озонового загрязнения была известна с 1980-х годов. В отдельных регионах Мадрида, Валенсии, Галисии и Астурии наблюдалась тенденция к увеличению содержания озона для определенных параметров и условий окружающей среды. Сокращение выбросов в результате режима

изоляции привело к уменьшению озона в летний сезон, когда движение транспорта сократилось на 20–25 %. Рекомендации ВОЗ по качеству воздуха для озона не были достигнуты даже при использовании наилучших доступных методов. Для соблюдения этого стандарта потребуются меры на национальном уровне, на уровне Европейского союза и на уровне всего полушария. На местном, региональном и национальном уровнях должны быть приняты меры по сокращению выбросов в четырех основных бассейнах, где было зафиксировано острое загрязнение озона. Такие меры должны быть особенно эффективны с мая по июль. Было сообщено, что ситуация в Испании сложнее, чем в Восточной или Центральной Европе.

26. Эксперт из Швеции представил историческую эволюцию и будущие сценарии осаждения атмосферного азота в Северной Европе, используя синтез измерительных моделей с акцентом на Балтийское море и Швецию. Текущее осаждение азота в Балтийском море и Швеции находилось на уровне 1960-х годов, ниже самых высоких уровней, достигнутых в 1970–1990-х годах в Швеции и Балтийском море. Это подтверждается как чистым моделированием, так и результатами сочетания измерений и моделирования атмосферного осаждения. Прогнозировалось дальнейшее снижение осаждения окисленного азота, однако ожидалось, что в 2050 году его уровень все же превысит доиндустриальный уровень. Оценки (тенденции/уровни) хорошо сравниваются с наблюдаемым (повторно проанализированным) осаждением. В период с текущего времени до середины столетия в некоторых частях Европы, включая Швецию и Балтийское море, прогнозировалось повышенное осаждение азота, превышающее предыдущие оценки с использованием прогноза выбросов по действующему законодательству. Необходимо продолжать усилия по дальнейшему снижению выбросов азота в атмосферу для защиты наземной и водной среды, не в последнюю очередь потому, что экосистемы испытывают дополнительное давление вследствие изменения климата и более интенсивного управления.

27. Другой представитель Испании представил изменения в NO_x , озоне, PM_{10} и SO_2 . При сравнении 2000–2002 годов с 2016–2018 годами наблюдались следующие изменения в перцентилях концентраций: для SO_2 и PM_{10} наблюдалось значительное снижение концентраций в воздухе, более выраженное для самых высоких значений. Концентрация SO_2 в воздухе снизилась меньше, чем выбросы, что свидетельствует об изменениях в окислении SO_2 . Наблюдаемое более значительное снижение концентраций в воздухе по сравнению с сокращением выбросов для PM_{10} может означать, что вторичные выбросы PM_{10} также были снижены. Было показано значительное снижение концентрации NO_2 в воздухе, более выраженное для самых низких значений. Снижение концентрации NO_x было аналогично снижению выбросов. Концентрации озона увеличились, за исключением самых высоких значений (99-я перцентиль). Эта тенденция была более выражена в местах городского дорожного движения (эффект титрации NO). На фоновых участках в сельской местности наблюдалось незначительное снижение. Также было представлено специализированное исследование чувствительности моделируемой реакции озона на химический механизм.

28. Эксперт из Норвегии представил относительные изменения в выбросах оксидов серы, оксидов азота и аммиака на 2005–2030 годы и их влияние на вторичные неорганические аэрозоли и осаждение азота. Выбросы дисперсного вещества диаметром 2,5 и менее ($\text{PM}_{2,5}$), прекурсоров оксидов серы (SO_x) и оксидов азота (NO_x) снижались, но в то же время Европа с трудом достигала даже скромных целей по сокращению выбросов аммиака. Соотношение аммиака к сульфату и азотной кислоте в атмосфере Европы увеличилось за последние десятилетия, и при прогнозируемых тенденциях выбросов это соотношение будет продолжать увеличиваться. В среднем за год было установлено, что эффективность снижения концентрации $\text{PM}_{2,5}$ за счет сокращения выбросов аммиака на 10 % снизится в 2,6 раза, с 0,61 до 0,22 нанограмм на кубический метр на гигатонну выбросов аммиака в период с 2005 по 2030 год. Однако выбросы аммиака в сельском хозяйстве различались по сезонам, с минимумом в зимний период. В результате зимой соотношение аммиака к сульфату и азотной кислоте было гораздо выше, и гораздо большая часть аммиака образовывала частицы аммония. Выбросы аммиака, с одной стороны, и SO_x и NO_x , — с другой, различались в пространстве и времени. Даже если в европейском масштабе наблюдается

значительный избыток аммиака по сравнению с SO_x и NO_x , это не всегда так на местном уровне, в частности в городских районах с незначительной сельскохозяйственной деятельностью поблизости. Адвекция воздуха с высоким содержанием аммиака в городские районы может вызывать эпизодическое увеличение значений $PM_{2.5}$. Он также объяснил, что осаждение азота в Европе сокращается. Это сокращение происходит в основном за счет уменьшения выбросов NO_x . В результате доля восстановленного азота в общем объеме осадений азота увеличивалась и к 2030 году может достигнуть 70 % в крупных частях Европы. В 2030 году в значительной части Европы также прогнозируется превышение критической нагрузки по осаждению азота, и для минимизации ущерба экосистемам требуется сокращение выбросов аммиака.

29. Другой эксперт из Норвегии представил тенденции, состав и источники углеродистого аэрозоля на основе уникальных регистрационных записей обсерватории Биркенес (Норвегия) в Северной Европе с 2001 по 2018 год. Уровень углеродистого аэрозоля в Биркенесе был одним из самых низких в Европе. Элементарный углерод имел пик летом и снижался на 4 % в год. Он был наиболее выражен в неотапительный сезон и в основном связан с ископаемыми источниками. Основная часть органического углерода была связана с мелкой фракцией дисперсного вещества. Крупная фракция была в основном ответственна за сезонность. Снижения органического углерода не наблюдалось, преобладали природные источники. Было проанализировано содержание левоглюкозана для выявления доли сжигания древесины в жилых помещениях. Это был самый длинный временной ряд в Европе и непрерывный с 2008 года. Левоглюкозан увеличивался в течение отопительного сезона, достигая пика во время особенно холодной зимы (из-за отрицательного индекса Северо-Атлантического колебания). Левоглюкозан снижался на 2,8 % в год. Было установлено, что биогенный вторичный органический аэрозоль на 25 % поступает из местных источников и на 75 % обусловлен переносом на большие расстояния. Для понимания источников углеродистого аэрозоля и их сезонных, годовых и долгосрочных тенденций необходимо проведение всестороннего физико-химического анализа.

30. Другой эксперт из Испании представил тенденции за 2009–2018 годы дисперсного вещества диаметром 2,5 или менее ($PM_{2.5}$), связанные с вторичным органическим аэрозолем на северо-востоке Испании, как это следует из анализа распределения источников-рецепторов. Уровень PM на северо-востоке Испании снизился на 50 % с 2005 года, но с 2010 года оставался довольно постоянным. На северо-востоке Испании уровни аммиака и озона были высокими; этот регион можно считать горячей точкой. $PM_{2.5}$ стало более токсичным, чем ранее. Это может быть связано с увеличением количества вторичного органического аэрозоля, скорость образования которого резко возросла. Это представляет собой политический вызов, поскольку происхождение вторичного органического аэрозоля — это чрезвычайно сложная проблема.

VIII. Планирование мероприятий в рамках плана работы на 2020–2021 годы

31. Были организованы три специальных совещания для обсуждения приоритетов следующего рабочего плана. Основное внимание на совещаниях было уделено озону, органическим аэрозолям и CO_2 /тяжелым металлам/химическим веществам, вызывающим новую обеспокоенность/микропластику. Участники заседания пришли к выводу о необходимости лучшего понимания/прогнозирования случаев высокой концентрации озона для обеспечения поддержки экологической политики. Существующая сеть наблюдений за озоном и его прекурсорами не охватывает весь диапазон условий, необходимых для всестороннего понимания поведения озона. Было указано, что отсутствие измерений и всестороннего физико-химического анализа ЛОС является одним из основных ограничивающих факторов, в частности, в контексте проверки выбросов и моделирования химии озона. Было предложено рассмотреть возможность дополнительного пассивного отбора проб на ЛОС для решения этой

проблемы. Участники совещания пришли к выводу, что биогенные ЛОС имеют, по крайней мере, такое же значение для производства озона в Европе, как и антропогенные ЛОС, но они недостаточно хорошо охарактеризованы и представлены в моделях. Вклад летучих химических продуктов, особенно в связи с бытовыми выбросами, стал новой проблемой для оценки общих выбросов ЛОС, в частности их высоко активных соединений. Естественные выбросы NO_x из почв и растительности также считаются плохо документированными. Связь между пространственными масштабами нуждается в дальнейшей оценке, с дальнейшими возможными улучшениями за счет связи с Целевой группой по переносу загрязнения воздуха в масштабах полушария (в частности, в отношении метана), но также и на местном уровне. Увязка временных масштабов также приведет к появлению актуальных открытых вопросов, например в отношении санкций за воздействие на климат, влияющее на озоновое загрязнение. Также было отмечено, что политика в отношении озона и РМ должна быть взаимосвязана, так как во многих случаях она касается одних и тех же газов-прекурсоров, включая ЛОС, которые также способствуют образованию вторичных органических аэрозолей. Вопросы масштаба и прекурсоров поднимались и при обсуждении органических аэрозолей. Сложность определения характеристик аэрозолей значительно возросла за последнее десятилетие и может быть использована в дальнейшем для определения приоритетности мер по смягчению последствий. По мере уменьшения доли антропогенных источников природный вклад становился более важным в относительном выражении, и влияние этих источников трудно ограничить в моделях. Было предложено объединить усилия, например, в ходе периода интенсивных измерений ЕМЕП (в течение следующего лета). С запланированным крупным экспериментом в Париже для улучшения понимания химических и физических процессов, которые приводят к образованию озона и органических аэрозолей. В области новых загрязнителей было запланировано провести в 2022 году рабочее совещание, приуроченное к подготовительному исследованию для сбора информации о соединениях и методах их измерения. Это рабочее совещание будет использовано для установления связей между сообществами, занимающимися измерениями и моделированием, а также, совместно с Целевой группой по переносу загрязнения воздуха в масштабах полушария, для определения наиболее важных химических веществ, которые подвержены переносу на большие расстояния. В отношении микропластика все еще требуется большая подготовительная работа, хотя некоторые тематические исследования могут быть начаты на основе данных национальных исследований после 2023 года. В качестве вклада в сопоставление EuroDelta-Carb ожидается проведение мультимодельного исследования бензо[а]пирена. Процессы, контролирующие концентрацию ртути (ресуспензия, химический состав), необходимо лучше оценить с помощью тематических исследований на основе измерений и моделей. Было предложено провести интенсивное измерение газо-аэрозольного разделения ПАУ, в частности (хотя можно включить и другие СОЗ), для тех объектов, где уже ведутся наблюдения в больших объемах. Было подчеркнуто, что сотрудничество с сообществом специалистов по воздействию на здоровье может быть существенно расширено в области тяжелых металлов и ПАУ, с определенной связью с новыми разработками в области мониторинга и моделирования окислительного потенциала дисперсного вещества.