

Целевая группа по короткоживущим
факторам влияния на климат при
Арктическом Совете

**Рекомендации по
снижению выбросов
черного углерода и
метана для замедления
изменения климата
Арктики**



Арктический Совет

Рекомендации по снижению выбросов черного углерода и метана для замедления изменения климата Арктики

Страны члены Арктического совета достаточно хорошо позиционированы, чтобы обеспечить сокращение выбросов черного углерода и метана в целях замедления изменения климата Арктики в течение ближайших нескольких десятилетий. Существующие технологии и хорошо зарекомендованные практики сейчас доступны для сокращения эмиссий данных загрязнителей. Арктические страны обладают различными вариантами политики – нормативными и добровольными—которые уже применялись и могут продолжать применяться для сокращения выбросов черного углерода и метана. Меры по сокращению выбросов метана и, в особенности, черного углерода несут значительную пользу для здоровья людей и охраны окружающей среды.

Арктический Совет может поощрять обмен знаниями и данными; поддерживать сотрудничество и коллективные действия, где это необходимо, среди стран членов Арктического Совета; а также стимулировать выполнение последовательных действий по сокращению выбросов черного углерода и метана. Арктический Совет также может также содействовать достижению странами-членами Совета общих целей по сокращению влияния короткоживущих факторов на климат Арктики при сотрудничестве с другими международными форумами и странами-наблюдателями.

По научным и политическим причинам, Арктический Совет более всего подходит на ведущую роль в разрешении проблемы выбросов черного углерода.

Ключевые послания и рекомендации представлены Рабочей группой по короткоживущим факторам влияния на климат (SLCF), которая была образована при Арктическом Совете в 2009 году. В 2011 году Целевая группа представила свой первый отчет, в котором особое внимание было уделено черному углероду. Рабочей группе было предложено продолжать работу и уделить внимание метану и тропосферному озону, а также дальнейшему исследованию проблем, связанных с эмиссией черного углерода, и подготовить новый отчет к следующей Министерской встрече Арктического Совета в 2013 году. Это второй отчет, представленный Рабочей группой. Он сфокусирован на метане и черном углероде. На этот раз проблема тропосферного озона не была освещена, учитывая, что работа по оценке воздействия тропосферного озона в арктическом регионе ведется в настоящий момент в рамках Программы арктического мониторинга и оценки (AMAP).

Контекст и ключевые послания

КОНТЕКСТ И КЛЮЧЕВОЕ ПОСЛАНИЕ 1

Немедленное сокращение выбросов черного углерода и метана может замедлить потепление Арктики на протяжении последующих нескольких десятилетий. В то же время, сокращение выбросов углекислого газа (CO₂) - основного фактора, влияющего на глобальный климат и климат Арктики - важнейшее средство предотвращения опасного уровня изменения климата в долгосрочной перспективе.

Программы снижения выбросов черного углерода и метана должны рассматриваться как дополнение, а не замена программ по сокращению выбросов CO₂, которые выполняются для предотвращения угрозы изменения глобального климата и климата Арктики. Однако, в отличие от CO₂, где сокращение выбросов может проходить на протяжении длительного периода времени, сокращение выбросов черного углерода и метана — сильно загрязняющих веществ, вызывающих потепление, — открывает уникальную и крайне важную возможность по замедлению потепления климата Арктики в краткосрочной перспективе (отсюда термин «короткоживущие факторы влияния на климат или загрязнители»).

Арктика теплеет, в среднем, в два раза быстрее, чем остальная планета¹, а объем морского арктического льда сокращается быстрее, чем это было спрогнозировано к настоящему времени², поставив новый рекорд в сентябре 2012 года³. Выбросы черного углерода и метана определенно влияют на изменение климата Арктики, но основной вопрос "насколько сильно?".

Метан рассматривается как второй важнейший парниковый газ (GHG) после CO₂, выбрасываемый в атмосферу в результате деятельности человека. Вклад исторических антропогенных выбросов метана в сегодняшнее глобальное потепление составляет приблизительно половину от воздействия выбросов CO₂. Очевидно, что антропогенные выбросы метана в значительной степени повлияли на наблюдаемый сегодня эффект глобального потепления, и в частности, на потепление климата Арктики.

Черный углерод играет уникальную роль в Арктике благодаря его многофакторному влиянию. Черный углерод представляет собой аэрозольные компоненты или частицы, характеризующиеся своими, сильно воздействующими на климат, свойствами. Он влияет на потепление Арктики за счет поглощения солнечных лучей непосредственно

¹ IPCC. 2007. Changes in atmospheric constituents and in radiative forcing. In *Climate Change 2007: the Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, S. Solomon, D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor, and H.L. Miller (eds.). Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York.

² Stroeve, J., M. Holland, W. Meier, T. Scambos, and M. Serreze. 2007. Arctic sea ice decline: Faster than forecast. *Geophysical Research Letters* 34(L09501); doi: 10.1029/2007/GL029703.

³ National Snow and Ice Data Center. 2012. Arctic sea ice news and analysis.

в воздухе (и отраженных солнечных лучей от поверхности земли) и затемняет поверхность снега и льда, что в свою очередь приводит к их нагреванию и таянию, что усиливает эффект изменения климата Арктики. С момента опубликования Четвертого оценочного отчета Межправительственной группы экспертов по изменению климата⁴, ряд последних исследований показал высокий прямой глобальный тепловой эффект, вызываемый выбросами черного углерода. Совсем недавно отчет: «Ограничение роли черного углерода в климатической системе: научная оценка»⁵ показал, что черный углерод (включая прямое воздействие, воздействие на снег, лед и облака) оказывает второе после CO₂ антропогенное тепловое воздействие на глобальный климат. Полноценная оценка того, насколько потепление климата Арктики может быть соотнесено с воздействием черного углерода, на данный момент отсутствует.

КОНТЕКСТ И КЛЮЧЕВОЕ ПОСЛАНИЕ 2

Географическое положение территорий сокращения выбросов черного углерода по-разному влияет на климатический эффект в Арктике, поэтому, меры, принятые вблизи или непосредственно в Арктическом регионе могут привести к значительному воздействию на единицу выбросов. Сокращение выбросов метана в любой точке мира замедляет изменение как глобального климата, так и климата Арктики. В случае с черным углеродом и метаном, есть, следовательно, возможность сотрудничества стран членов Арктического Совета со странами-наблюдателями и другими государствами в принятии мер по защите климата Арктики.

В отличие от CO₂ и метана - парниковыми газами, хорошо перемешанными в атмосфере, климатическое воздействие черного углерода значительно различается в зависимости от региона. Это происходит потому, что черный углерод остается в атмосфере от нескольких дней до нескольких недель. Для сравнения, содержание CO₂ и метана⁶ во всей глобальной атмосфере достаточно однородно, вне зависимости от местоположения источника выбросов.

⁴ IPCC. 2007. Changes in atmospheric constituents and in radiative forcing. In *Climate Change 2007: the Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, S. Solomon, D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor, and H.L. Miller (eds.). Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York.

⁵ Bond, T., S.J. Doherty, D.W. Fahey, P.M. Forster, T. Berntsen, B.J. DeAngelo, M.G. Flanner, S. Ghan, B. Kärcher, D. Koch, S. Kinne, Y. Kondo, P.K. Quinn, M.C. Sarofim, M.G. Schultz, M. Schulz, C. Venkataraman, H. Zhang, S. Zhang, N. Bellouin, S.K. Guttikunda, P.K. Hopke, M.Z. Jacobson, J.W. Kaiser, Z. Klimont, U. Lohmann, J.P. Schwarz, D. Shindell, T. Storelvmo, S.G. Warren, and C.S. Zender. 2013. Bounding the role of black carbon in the climate system: A scientific assessment. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*. DOI: 10.1002/jgrd.50171.

⁶ Несмотря на то, что метан относится к коротко живущим факторам изменения климата или загрязнителям, он достаточно долго остается в атмосфере в хорошо перемешанном состоянии, что является достаточным, чтобы отнести его и к настоящим парниковым газам, которые определены Рамочной конвенцией ООН по изменению климата (UNFCCC).

На основании результатов Программы арктического мониторинга и оценки (АМАР, 2011)⁷, ожидается, что меры по сокращению выбросов черного углерода, осуществляемые в непосредственной близости от Арктического региона, будут иметь более значительное воздействие на арктический климат, в сравнении с эффектом от тех же действий, осуществленных вдали от Арктики.

КОНТЕКСТ И КЛЮЧЕВОЕ ПОСЛАНИЕ 3

Сокращение выбросов метана и, в особенности, черного углерода несет значительную пользу для здоровья людей.

В дополнение к своему воздействию на климат, черный углерод и метан также оказывают вредное воздействие на здоровье человека, поэтому сокращение их выбросов может создать потенциал для здоровья человека. Польза для здоровья от сокращения выбросов черного углерода больше основана на близости источника к соседним человеческим поселениям, в то время как сокращение выброса метана представляет пользу, как для Арктики, так и для всего мира в целом, по причине связанного с метаном уменьшения глобального уровня озона на планете.

Черный углерод является компонентом твердых частиц (PM) и прочно связан с мельчайшими твердыми частицами диаметром 2,5 микрон и менее (PM_{2.5}). Подверженность воздействию PM_{2.5} связана с рядом неблагоприятных воздействий на здоровье человека, включая увеличение количество преждевременных смертей, рост числа госпитализаций и обращений с заболеваниями сердечнососудистой и дыхательной систем, а также развитие хронических заболеваний дыхательной системы⁸.

За последнее десятилетие эксперты здравоохранения пытались установить, связаны ли наблюдаемые воздействия на здоровье людей со специфическими компонентами твердых частиц, включая черный углерод, или со специфическими источниками загрязнения, такими как транспорт. Растущая совокупность свидетельств включает исследования, связывающие черный углерод и его воздействие на здоровье, которые широко освещаются в медицинской литературе по воздействию твердых частиц на здоровье человека. Наиболее вескими являются доказательства результатов пагубного воздействия на сердечнососудистую систему, включая изменения кровяного давления, вариабельность частоты сердечных сокращений, частоту обращений к врачам и в отделения интенсивной терапии, а также данные о смертности. Также имеются доказательства связи черного углерода и заболеваний дыхательной системы, однако они более ограничены. В результате токсикологических исследований⁹ было сделано предположение, что черный углерод может действовать как универсальный носитель

⁷ AMAP. 2011. The Impact of Black Carbon on Arctic Climates. AMAP Expert Group on Short-lived Climate Forcers. By: P.K. Quinn, A. Stohl, A. Arneth, J.F. Burkhardt, J. Christensen, M. Flanner, K. Kupianen, H. Lihavainen, M. Shephard, V. Shevchenko, H. Skov, and V. Vestreng. Available: <http://www.amap.no/>. Accessed 10 September 2012.

⁸ U.S. EPA. 2009. Integrated Science Assessment: Particulate Matter. Available: http://www.epa.gov/ncea/pdfs/partmatt/Dec2009/PM_ISA_full.pdf. Accessed 22 February 2013.

⁹ Janssen, N.A.H., M.E. Gerlofs-Nijland, T. Lanki, R.O. Salonen, F. Cassee, G. Hoek, P. Fischer, B. Brunekreef, and M. Krzyzanowski. 2012. Health effects of black carbon. WHO Regional Office for Europe, Copenhagen.

целого ряда химических компонентов различной токсичности и передавать их чувствительной легочной и сердечнососудистой системам.

В 2012 году Международное агентство по исследованию рака, входящая в состав Всемирной организации здравоохранения¹⁰, переквалифицировало выбросы дизельных двигателей и признала их канцерогенными, указав, что они могут являться причиной рака легких, а также соотнесла данные выбросы с ростом риска рака мочевого пузыря. Метан, будучи прекурсором тропосферного озона (в нижних слоях атмосферы), приводит к неблагоприятному воздействию на здоровье человека и окружающую среду, связан с озоном. Выбросы метана могут привести к образованию озона вдали от источника. Влияние тропосферного озона на здоровье человека и окружающую среду широко известно. Воздействие озона связано с заболеваниями дыхательных путей - от ослабления функции легких и усугубления астмы до роста числа обращений в отделения интенсивной терапии, больницы, а также до преждевременной смертности. В дополнение, исследования тропосферного озона выявили существенное неблагоприятное воздействие на урожайность, на рост лесов и травы на пастбищах, а также на видовой состав.

КОНТЕКСТ И КЛЮЧЕВОЕ ПОСЛАНИЕ 4

Влияние антропогенных выбросов черного углерода и метана, которые производят страны-члены Арктического Совета, является более значительным для климата Арктики, по сравнению с глобальными выбросами. Если не принять соответствующие меры в ближайшие несколько десятилетий, объем антропогенных выбросов метана в арктических странах будет расти. Текущая политика по сокращению выбросов твердых частиц РМ уже сократила или приведет к сокращению выбросов черного углерода, наиболее значительному для дизельного транспорта. Однако, без принятия дальнейших мер объем выбросов из других источников может остаться значительным или даже вырасти.

Наиболее крупные источники антропогенных выбросов черного углерода и метана в странах Арктического Совета хорошо известны, при этом практически все источники выбросов были с различной степенью достоверности определены либо государственными организациями, либо научными институтами. Оценки эмиссии черного углерода, как правило, менее точны, чем оценки метана и других парниковых газов; однако, сомнительно, что улучшенная инвентаризация выбросов черного углерода позволит значительно изменить приведенный здесь перечень основных источников в арктических странах.

Выбросы стран-членов Арктического Совета составляют приблизительно 20% от объема мировых антропогенных выбросов метана. В соответствии с данными двух недавних оценок, совокупный объем выбросов метана в арктических странах к 2030

¹⁰ WHO. 2012. IARC: Diesel Engine Exhaust Carcinogenic. Press release, 12 June 2012. Available: http://www.iarc.fr/en/media-centre/pr/2012/pdfs/pr213_E.pdf. Accessed 22 February 2013.

году вырастет на 8%-20% по сравнению с уровнем за 2005 год¹¹. Соединенные Штаты, Россия и Канада являются крупнейшими источниками метанового загрязнения среди арктических стран и входят в список крупнейших мировых источников загрязнения.

Крупнейшим источником выбросов метана антропогенного характера для арктических стран в целом является нефтегазовый сектор, затем следует сельское хозяйство (преимущественно, животноводство), твердые отходы, а также угольная промышленность. Некоторые выбросы метана связаны с сельскохозяйственными сжиганиями и лесными пожарами, однако их объемы относительно малы.

В целом, арктические страны по последним оценкам ответственны приблизительно за 10% глобальной эмиссии черного углерода¹². Однако, ввиду их близости к Арктике, большая часть данных выбросов обладает более значительной степенью воздействия на климат Арктики на единицу выбросов по сравнению с выбросами черного углерода, осуществляемыми вдали от Арктики. По данным АМАР (2011)¹³, выбросы черного углерода за пределами арктических стран, многие из которых происходят от средних и до высоких широт Северного полушария, вероятно, влияют на климат Арктики более значительно.

Крупнейшие источники выбросов черного углерода в странах-членах Арктического Совета – большие лесные и другие природные пожары, дизельный автотранспорт, домашние печи, дизельный внедорожный транспорт, стационарные дизельные установки, сжигание растительных остатков в сельском хозяйстве и процессы промышленного горения. Факельное сжигание газа в настоящий момент может также являться серьезным источником выбросов, со значительной их долей в высоких северных широтах¹⁴. Объем выбросов от морских перевозок в полярном регионе на сегодняшний день не велик, однако ожидается его рост по мере увеличения добычи ресурсов и туристической активности. Оценки выбросов, вызванных лесными пожарами и сжиганием сельскохозяйственных отходов, а также факельным сжиганием газа особенно неоднозначны ввиду трудностей описания действительной активности горений и отсутствия измерений выбросов; тем не менее,

¹¹ Höglund-Isaksson, L. 2012. Global anthropogenic methane emissions 2005–2030: technical mitigation potentials and costs. Atmos. Chem. Phys., 12, 9079–9096; U.S. EPA. 2012. Global Anthropogenic Non-CO₂ Greenhouse Gas Emissions: 1990-2030. EPA 430-S-12-002. Эти настоящие и проектируемые оценки эмиссии метана были сделаны в Международном институте прикладного системного анализа (IIASA) и в Агентстве защиты окружающей среды США (U.S. EPA). Эти различия в количестве проектируемых эмиссий возникают как результат различий, положенных в основу предположений об эмиссии метана при производстве в нефтегазовом секторе. Дополнительные различия возникают, вероятно, благодаря методологическим различиям в оценке уровня эмиссий в каждой стране. Глобально эмиссия метана проектируется с возрастанием немного более высоким, чем это делается в Арктическом Совете.

¹² Klimont, Z. Персональная коммуникация. Ссылка ранее на IIASA-GAINS modeling consistent with Bond et al. 2013.

¹³ АМАР. 2011. The Impact of Black Carbon on Arctic Climates. AMAP Expert Group on Short-lived Climate Forcers. By: P.K. Quinn, A. Stohl, A. Arneth, J.F. Burkhart, J. Christensen, M. Flanner, K. Kupiainen, H. Lihavainen, M. Shepherd, V. Shechenko, H. Skov, and V. Vestreng. Available: <http://www.amap.no/>. Accessed 10 September 2012. См. стр. 53: “Для обеих моделей прямое атмосферное радиационное воздействие есть наибольшее для эмиссии остального мира со всех источников, за исключением для травяных и лесных пожаров, которые доминируют в России.”

¹⁴ Stohl, A., Z. Klimont, S. Eckhardt, and K. Kupiainen. 2013. Why models struggle to capture Arctic Haze: the underestimated role of gas flaring and domestic combustion emissions. Atmos. Chem. Phys. Discuss, 13, 9567-9613. Это недавнее моделирование предполагает, что газовые факелы могли быть доминирующим источником черного углерода севернее 66 градусов северной широты.

данные источники требуют существенного внимания для возможности снижения уровня этих выбросов.

Полагаясь на эффективное осуществление текущего законодательства, на протяжении следующих двух десятилетий объем выбросов черного углерода в арктических странах в целом будет продолжать сокращаться до 35% (процентное соотношение может отличаться в разных странах)¹⁵ по большей части в результате оснащения большинства современных дизельных двигателей средствами контроля выбросов твердых частиц (PM), в сочетании с улучшенным качеством дизельного топлива, а также вступления в силу новых требований в большинстве стран, предполагающих сократить выбросы твердых частиц (PM) от целого ряда мелких источников. Ожидаемое сокращение загрязнений предполагается при условии, что все стандарты будут соблюдаться в полной мере. Прогнозирование будущих объемов выбросов черного углерода в результате горения биомассы на открытых пространствах представляется затруднительным. Объем выбросов черного углерода от морских перевозок и разработки нефтегазовых месторождений в Арктическом регионе будет расти, однако остается неизвестным до какой степени. Рост выбросов от указанных источников может серьезно повлиять на климат, учитывая их близость к арктическому снегу и льду. В ряде стран-членов Арктического Совета сжигание в жилых помещениях сохранится или станет ключевым антропогенным источником выбросов черного углерода.

¹⁵ IIASA-GAINS model estimates for the current legislation scenario; consistent with emissions presented in the UNEP Black Carbon and Tropospheric Ozone Assessment (UNEP, 2011).

Рекомендации отдельным странам-членам и Арктическому Совету в целом по сокращению выбросов черного углерода и метана

РЕКОМЕНДАЦИЯ 1

Арктические страны могут достичь существенного смягчения по выбросам метана для ограничения прогнозируемого роста объема данных выбросов в следующие несколько десятилетий.

Арктические страны должны предпринять меры по обеспечению широкого внедрения многих технологий и лучших практик по смягчению роста выбросов метана, доступных на сегодняшний день.

Существует обоснованное понимание возможностей по смягчению отрицательных последствий выбросов метана, многие из которых не реализуются в арктических странах. Последние исследования показывают наличие существенно большего потенциала дальнейшего сокращения выбросов метана в арктических странах в краткосрочной перспективе. В соответствии с исследованиями Агентства по защите окружающей среды (EPA) и Международного института прикладного системного анализа (IIASA), **страны Арктического Совета к 2030 году поднимут до приблизительно 14-30% свою долю в глобальном потенциале сокращения выбросов метана¹⁶**. Поэтому страны Арктического Совета могут играть значительную роль в сокращении эмиссии метана. Для арктических стран и Арктического Совета особенно важно вовлекать другие форумы и страны способствовать сокращению выбросов метана в глобальном масштабе.

В соответствии с недавними исследованиями доля нефтегазового сектора составляет приблизительно 60-75% от общего потенциала ограничения выбросов метана во всех арктических странах, при этом на Соединенные Штаты, Россию и Канаду приходится львиная доля данного потенциала¹⁷. Также в данном секторе может быть достигнуто сокращение выбросов черного углерода, в особенности от факельного горения газа (см. информационную вставку). Существует ряд мер по снижению уровня выбросов, позволяющих минимизировать или избежать утечек метана в результате деятельности, связанной с эксплуатацией оборудования, повсеместно применяемого при добыче нефти и газа, их обработке, передаче и распределении. Для нефтегазовой отрасли данные меры попадают в три категории:

¹⁶ Höglund-Isaksson, L. 2012. Global anthropogenic methane emissions 2005–2030: technical mitigation potentials and costs. Atmos. Chem. Phys., 12, 9079–9096; U.S. EPA. 2013. DRAFT Global Mitigation of Non-CO₂ Greenhouse Gases Report.

¹⁷ Ibid.

1. Замена и переоснащение оборудования;
2. Изменение методов организации и проведения работ (включая меры по определению и устранению утечек, непосредственная инспекторская деятельность и технический осмотр); а также
3. Установка нового оборудования.

Меры по снижению уровня выбросов могут применяться в отношении компонентов и оборудования, используемых в операционных системах при добычи нефти и газа, включая компрессоры/двигатели, дегидраторы, пневматика/элементы контроля, трубопроводы, резервуары для хранения, компенсационные колодцы, а также в отношении других процессов, имеющих место в нескольких или во всех сегментах системы этой отрасли. Странам Арктического Совета необходимо рассмотреть более широкое применение данных мер в отношении как береговых, так и морских объектов. Выполнение многих из перечисленных мер в одной или нескольких арктических странах обусловлено законом. Приведенные примеры включают (в отношении выбросов в атмосферу и сжигания) требования по минимизации факельного сжигания газа и выбросов в атмосферу при разработке новых месторождений; общий запрет на регулярное факельное сжигание газа сверх нормы, необходимой для безопасности проведения работ; а также на закачку попутного газа обратно в пласт. В отношении систем транспортировки и распределения, новые офшоры и береговые месторождения должны соответствовать "наилучшим из имеющихся технологий".

Ниже приведены примеры мер, которые позволят добиться дополнительного значительного снижения уровня загрязнения в арктическом регионе:

- Сокращение утечек благодаря замене устаревшего оборудования;
- Изменение методов организации и проведения работ по техническому обслуживанию и ремонту для сокращения объема природного газа, выбрасываемого в атмосферу в ходе разъединения компонентов системы для проведения замены или технического обслуживания; а также
- Применение проверок и программ технического осмотра, позволяющие устранить до 80% неорганизованных выбросов метана.

Многие страны члены Арктического Совета уже участвуют в международных форумах, таких как Глобальная инициатива по сокращению выбросов метана, Глобальное партнерство по борьбе с факельным сжиганием газа (GGFR) и Коалиции за сохранение климата и чистоты воздуха (CCAC) для сокращения влияния короткоживущих загрязнителей. *Арктическим странам следует быть вовлеченными в применении лучших практик, обозначенных на данных форумах для работы в арктическом регионе. Следует привлекать к диалогу нефтегазовые компании – постоянных участников процесса, а также способствовать их заинтересованности экологическими проблемами с целью овладения лучшими технологиями для работы в Арктике.*

Сектор угледобывающих систем составляет приблизительно 10-15% от общего потенциала по ограничению выбросов метана в странах Арктического Совета, при этом основная часть этого потенциала представлена Соединенными Штатами и Россией¹⁸. Существует три категории технологий по сокращению выбросов метана: улавливание газа и его введение в трубопровод или использование для выработки энергии, использование газа как топлива для обогрева помещения, сжигание в факеле; а также каталитическое или термическое окисление метана при вентиляции воздуха. Данные меры коммерчески доступны и применяются в проектах по сокращению выбросов метана при добыче угля по всему миру. Последние исследования Агентства по охране окружающей среды (EPA) и Международного института прикладного системного анализа (IIASA) указывают на то, что многие меры по сокращению объемов выбросов в угледобывающей отрасли могут быть реализованы с оптимальными затратами.

Сектор систем твердых бытовых отходов составляет приблизительно 10% от общего потенциала ограничения выбросов метана во всех арктических странах, при этом основная часть этого потенциала представлена Соединенными Штатами, Россией и Канадой¹⁹. В соответствии с недавними отчетами IIASA и EPA, существует ряд мер по сокращению выбросов метана, которые представляются экономически эффективными для контроля выбросов метана от свалок. Эти меры можно разделить на три основные категории: (1) сбор и сжигание в факеле, (2) системы утилизации газа от свалок (улавливание для получения энергии), и (3) современные методы утилизации отходов, которые позволяют избежать выделения метана из органических отходов (например, при компостировании). Хотя факельное сжигание на сегодняшний день является общепринятой мерой, улавливание метана представляется более экономически эффективным. Таким же образом, при благоприятных условиях рынка перепрофилирование органических отходов может служить дополнительным способом сокращения выделения метана из захоронений отходов и источником ценных продуктов переработки - компоста и возобновляемой энергии.

Сельскохозяйственный сектор является значительным глобальным источником выбросов метана. В соответствии с исследованиями EPA и IIASA, в 2005 году данный сектор составлял около 40-45% от общемирового объема выброса метана антропогенного характера, и 20% от объемов выбросов метана в странах Арктического Совета²⁰. Ожидается, что общемировой объем выбросов метана от сельскохозяйственных источников вырастет в последующие десятилетия. Во многих странах Арктического Совета были достигнуты значительные улучшения в эффективности животноводства. В некоторых арктических странах экономически эффективные методы сокращения выбросов метана для данных источников могут быть определены с наибольшим потенциалом, которые обусловлены интестинальной ферментацией при управлении и использовании навоза. В других арктических странах эти методы уже исчерпали себя, и требуется дополнительное экономически эффективное улучшение, которое в свою очередь потребует дополнительных исследований и новых технологий.

¹⁸ Ibid.

¹⁹ Ibid.

²⁰ Ibid.

Факельное сжигание газа является особым источником черного углерода и метана:

В нефтедобывающей отрасли, избыточный газ, образующийся при производстве, может сжигаться, выбрасывается в атмосферу, использоваться в случае наличия рынка потребления или быть закачен в подземные резервуары. Факельное сжигание широко используется во всех нефтяных и газодобывающих странах Арктики. Сжиганию газа отдается предпочтение перед выбрасыванием в атмосферу по причинам безопасности и сохранения климата. Горение устраняет огнеопасный метан (и другие углеводороды) во время горения и преобразовывает его в CO₂, который имеет меньшую тепло улавливающую способность, чем метан. Однако, в случае применения малоэффективной технологии добычи нефти, попутный газ, который часто содержит не метановые углеводороды, выбрасывает при горении большее количество черного углерода*. Кроме того, метан может все еще быть выделен при определенных условиях во время горения. Восстановление и утилизация газа требуется многих юрисдикцией и рекомендуется как лучшая альтернатива для уменьшения выбросов.

Идеально, если бы факельное горение и выброс газа в атмосферу были бы устранены в пользу газового восстановления и использования. Однако, в случаях, когда это невозможно, можно обеспечить чистое горение, минимизируя эти выбросы, применяя доступные в настоящее время методы и технологии. Во многих случаях эти методы могут быть экономически эффективны. Способы улучшения колеблются от улучшения факела, гарантируя более чистое горение, до использования технологий восстановления, с целью улавливания ценных, не содержащих метан, углеводородов, для дальнейшего их использования в производстве. Попутные газы могут также быть повторно введены в производство. Часто это очень эффективный метод для улучшенного восстановления нефти.

Широкий диапазон политик может привести к значительным сокращениям факельного сжигания. Например, в Альберте (Канада), газ при производстве разведки и добычи – это предмет дохода арендодателя. Компании, сжигающие и выбрасывающие большие объемы газа, также восстанавливают газ, если это выгодно. В случаях, где это не считают экономичным, компании, которые, тем не менее, сохраняют газ, могут просить освобождения от лицензионного платежа. Между 1996 и 2003, эта политика помогла уменьшить факельное сжигание на более чем 70% в Альберте. Совет по Сохранению Энергетических ресурсов Альберты. В Норвегии в 1972 году введен запрет на “производственное факельное сжигание” вместе с налогом на выброс CO₂ с 1991 года, удержали факельное сжигание газа в Норвегии на низком уровне, на 90%, ниже на единицу продукта, чем он мог быть (Норвежский Нефтяной Директорат, персональная коммуникация 19.02.2013). Эти случаи демонстрируют **примеры, когда некоторые арктические страны успешно добились уменьшения сжигания и выброса газов в атмосферу и связанную с ним эмиссию метана и черного углерода, путем законодательного регулирования с сильными финансовыми стимулами.**

* Было несколько недавних публикаций по эмиссии черного углерода от факельного сжигания газа, например: McEwen, J. D. N. and Johnson, M. R. (2012) Black carbon particulate matter emission factors for buoyancy driven associated gas flares, *J. Air Waste Manag. Assoc.*, 63, 307–321. Тем не менее, учитывая большую неопределенность с количеством выбросов черного углерода от факельных сжиганий, а также потенциально большой вклад этих сжиганий в отложения черного углерода в Арктику, арктическим странам следует проводить и поддерживать больше экспериментальных работ.

РЕКОМЕНДАЦИЯ 2

Страны члены Арктического Совета могут обеспечить реализацию дальнейших действий по ограничению выбросов твердых частиц (PM), которые приводят к снижению выбросов черного углерода, что обусловит продолжение общей тенденции сокращения этих выбросов, а также обеспечит предотвращение роста объемов выбросов в отдельных отраслях.

На сегодняшний день ни одна из арктических стран прямо не нацелена на сокращение выбросов черного углерода; скорее, все сокращения объемов выбросов достигнуты благодаря широкому ограничению выбросов твердых частиц (PM).

Общие объемы выбросов дизельными двигателями будет существенно снижаться вследствие сочетания более строгих стандартов для нового транспорта с использованием дизельного топлива с низким содержанием серы (требуются для правильной работы фильтров по улавливанию частиц) и поощрения модернизации старой техники в регионе. Тем не менее, существуют дополнительные возможности снижения выбросов за счет отдельных дизельных объектов. Рекомендованные дальнейшие действия по ограничению выбросов двигателями включают:

- Модернизация старых дизельных двигателей (т.е. тех двигателей, которые не соответствуют более строгим стандартам по твердым частицам (PM) для новых двигателей), при наличии топлива с низким содержанием серы, представляет значительный потенциал сокращения выбросов черного углерода.
- Применение строгих стандартов по PM для некоторых категорий дизельных объектов, таких как внедорожный транспорт и стационарные установки, для стран, в которых данные выбросы не регулируются.
- Принятие строгих стандартов для новых дизельных двигателей, изготовленных для применения в различных передвижных источниках, включая локомотивы и (неокеанические) морские суда, чтобы эти двигатели использовали наилучшие доступные технологии для снижения выбросов PM.

Без принятия дальнейших мер, объем выбросов черного углерода из ряда других источников будет расти или сохранится значительным, включая:

Сжигание древесины и угля в жилых помещениях, что оценивается как существенный источник выбросов черного углерода в странах Арктического Совета. При этом ожидается, что объемы выбросов от данных источников будут расти, так как они не регулируются во всех юрисдикциях. Средства сокращения выбросов включают:

- Предоставление альтернатив сжиганию древесины и угля
- Замена неэффективного оборудования
- Модернизация неэффективного оборудования

Ожидается, что **интенсивность морских перевозок** в Арктике будет увеличиваться, следовательно, объем выбросов черного углерода, связанный с перевозками, будет

также расти. В свете сказанного, арктические страны могут сотрудничать, в ближайшие несколько десятилетий, с целью моделирования влияния выбросов черного углерода и других загрязнителей на окружающую среду Арктики от возросших морских перевозок, в результате ожидаемого развития туристического бизнеса, разработки и добычи ресурсов (например, добыча нефти и газа) и с целью определения потенциальных средств контроля, если потребуется.

Ряд арктических стран участвует в постоянной работе подкомитета Международной морской организации (ИМО) по наливным жидкостям и газам по определению выбросов черного углерода от морских перевозок, рассмотрению способов измерения и указанию наиболее подходящих методов измерения выбросов черного углерода, а также, что особенно важно, указанию мер, которые обладают потенциалом к сокращению этих выбросов. Арктический совет должен способствовать участию всех арктических стран в процессе сбора и предоставления необходимой информации и разрешения технических проблем, которые обеспечат поиск и выработку надежных способов смягчения последствий. В рамках Международной морской организации, страны Арктического совета могут вновь подтвердить необходимость обсуждения влияния выбросов черного углерода на климат в результате морских грузоперевозок, осуществляющихся как внутри, так и за пределами арктического региона.

Арктический совет может также рассмотреть:

- Добровольное принятие стандартов морских перевозок для сокращения выбросов черного углерода кораблями с флагами Арктического совета, действующими в пределах арктических вод, с рассмотрением для продолжающихся работ по черному углероду внутри Международной морской организацией, а также способствовать добровольному принятию данных стандартов другими странами (в особенности, странами-наблюдателями).
- Стимулирование промышленности к принятию технологий и достижений, которые позволяют сократить выбросы, таких как дифференцированные портовые сборы, когда суда с высокой эффективностью снижения выбросов платят в порту по сниженному тарифу (как пример порт Гетеборга, порт Ванкувера).

В случае со **сжиганием растительных остатков в сельском хозяйстве**, возможны меры по сокращению выброса черного углерода при горении или сокращению вероятности, что черный углерод при горении попадет в Арктический регион. За последнее время совместные усилия²¹ арктических стран привели к выработке ряда мер, таких как:

- Предоставление субсидий на оборудования и удобрений, необходимых для поддержания земледелия по нулевой или с низкой обработкой, таким образом, избегая сжигания за счет сохранения пожнивных остатков.
- Установление процедур для ответственного подхода к сжиганию отходов (например, сжигание в периоды, когда риск природных пожаров невелик).

²¹ USDA Foreign Agricultural Service. 2012. Developing Options for Avoiding, Reducing or Mitigating Agricultural Burning that Contributes to Black Carbon Deposition in the Arctic. Report on Outreach Workshops Conducted in Pushkino, Russia.

Более того, данные меры могут быть потенциально определены как приоритетные в тех регионах, где объемы выбросов, попадающих в Арктический регион, оцениваются как самые большие, или где существует высокий риск больших природных пожаров, вызванных сжиганием сельскохозяйственных отходов.

Контролируемое сжигание в лесах является одним из основных инструментов управления в огнезависимых экосистемах. Контролируемое сжигание позволяет сократить объемы горений, что позволяет избежать катастрофических пожаров. В некоторых случаях альтернативой контролируемому сжиганию является механическое удаление древесного материала перед сжиганием с целью возможного использования для получения энергии.

Разрушительные природные пожары могут быть предотвращены и или ослаблены их последствия с помощью программ и стратегий пожарного управления, нацеленных на предотвращение случайных пожаров, на целенаправленное уменьшение материала горения, а также предотвращения необязательного применения огня при организации землепользования (информационные кампании и программы пожарной безопасности, нацеленные на сокращение подобных пожаров, могут представлять сравнительно недорогой способ сокращения уровня выбросов черного углерода). Более того, расширение ресурсов пожарного мониторинга, поддержка принятия решений по пожарному управлению и ликвидация возгораний может впоследствии позволить сократить количество пожаров, возникших по вине человека.

РЕКОМЕНДАЦИЯ 3

Арктические страны должны и далее развивать и улучшать инвентаризацию выбросов черного углерода и делиться её результатами. Арктический совет может сыграть роль в обобщении информации, содержащейся в разных национальных кадастрах выбросов.

Министры по защите окружающей среде арктических стран на недавней встрече «особо отметили важность инвентаризации выбросов черного углерода для определения тренда эмиссий и возможностей по их сокращению»²².

Недавно был принят измененный Гетеборгский протокол Конвенции о трансграничном загрязнении воздуха на большие расстояния (CLRTAP), который теперь включает твердые частицы (PM) и черный углерод (как один из их компонентов). Были разработаны рекомендации по предоставлению информации для инвентаризации черного углерода и предполагаемых показателей выбросов, что позволит Сторонам добровольно передавать данные о действительных выбросах черного углерода и проектируемым в ближайшем будущем. Большинство арктических стран уже обладают кадастрами выбросов черного углерода, достаточного качества для выработки мер по сокращению объемов выбросов. Арктические страны, являющиеся Сторонами Конвенции CLRTAP, должны играть ведущую роль в развитии, улучшении и

²² The Chair's conclusions are from the Arctic Environment Ministers meeting, Arctic Change – Global Effects, in 2013.

добровольном предоставлении точных, прозрачных и полных кадастров выбросов черного углерода в рамках конвенции CLRTAP при первой возможности. Министры по охране окружающей среды стран членов Арктического Совета постановили, что «кадастры должны быть предоставлены в Конвенцию CLRTAP и в Арктический совет, при этом начало предоставления документации назначается на 15 февраля 2015 года»²³. Если арктические страны в состоянии, они могут передать свои государственные кадастры выбросов черного углерода Арктическому совету, а также предоставить их в конвенцию CLRTAP до этой даты, чтобы проявить лидерство.

Арктические страны должны обмениваться опытом друг с другом, чтобы заполнить пробелы там, где кадастры по выбросам черного углерода отсутствуют, где присутствует возможность роста объемов выбросов (например, сжигания в жилых помещениях) и где сохраняется значительная неопределенность в отношении отдельных источников выбросов, таких как открытое горение биомассы и факельное сжигание газа.

РЕКОМЕНДАЦИЯ 4

Арктический совет может способствовать формированию общего для стран-членов Совета «голоса Арктики», чтобы добиваться целей по сокращению выбросов черного углерода и метана посредством сотрудничества с другими международными форумами и странами-наблюдателями.

От имени арктических стран Арктический Совет может обмениваться ключевыми рекомендациями с другими международными форумами, которые занимаются проблемами выбросов черного углерода и метана. Например, Арктический Совет может способствовать тому, что на тех форумах, где передовые технологии и лучшие практики уже определены и приняты, и что эффективность таких технологий может быть рассмотрена для применения и в отдаленных и иногда экстремальных условиях Арктического региона. Подобным образом Арктический Совет может способствовать тому, что все арктические страны будут принимать активное участие и играть ведущую роль в работе по сокращению выбросов черного углерода и метана на других форумах. Арктический совет также может предложить на рассмотрение внесение мер по сокращению выбросов черного углерода и метана в *Руководство для стран-наблюдателей*.

Коалиция за сохранение климата и чистоты воздуха (CCAC) предоставляет свободный международный форум, на котором арктические страны могут возглавить действия по сокращению выбросов черного углерода и метана, оказывающих негативное воздействие на Арктику. Инициативы CCAC по разрешению проблемы утечек нефти и газа, факельного горения газа, выбросов дизельными двигателями, отопление жилых зданий и горений биомасс на открытых пространствах подготовлены или находятся в стадии рассмотрения. Арктические страны могут привнести свой опыт для

²³ The Chair's conclusions are from the Arctic Environment Ministers meeting, Arctic Change – Global Effects, in 2013.

поддержания данных программ, а также предоставить содействие в тех секторах и регионах, где оно принесет наибольшую пользу для климата арктического региона.

Многие из технологий и методик по сокращению выбросов **метана**, указанные для арктических стран, могут быть применены в других странах и регионах мира. Несколько арктических стран уже участвуют в Глобальной инициативе по сокращению выбросов метана (GMI) и Глобальном партнерстве по борьбе с факельным сжиганием газа (GGFR), наряду с участием в Коалиции по сохранению климата и чистоты воздуха (CCAC), все из них преследуют конечную цель Рамочной конвенции ООН по изменению климата (UNFCCC). Сходным образом, Арктический совет может способствовать применению в арктическом регионе тех доступных методик и технологий, которые были определены другими международными форумами, особенно в свете ожидаемого увеличения объемов выбросов метана (при добыче нефти и газа) в арктическом регионе.

Арктический Совет может способствовать тому, что страны-наблюдатели будут развивать инвентаризацию выбросов **черного углерода** и проводить программы по сокращению данных выбросов. Арктические страны должны играть ведущую роль в формировании приоритета по сокращению источников выбросов РМ частиц, богатых черным углеродом, как было обозначено в принятом Гетеборгском протоколе Конвенции о трансграничном загрязнении воздуха на большие расстояния (CLRTAP). В отношении текущей работы Международной морской организации по сокращению выбросов черного углерода, Арктический совет может способствовать реализации данной программы и распределить задачи по сокращению выбросов черного углерода среди арктических стран, а также других государств, имеющих большой интерес к судоходству в Арктике.

РЕКОМЕНДАЦИЯ 5

Арктический совет может призвать своих членов к предоставлению периодической отчетности и программ действий с показателями измерения успешности их реализации.

Одна из стратегий повышения прозрачного обмена информацией и стимулирования дальнейших действий заключается в предоставлении Арктическими странами периодических отчетов и программ действий для Арктического Совета. Отчеты о реализации программы сокращения выбросов черного углерода имеют особое значение, ввиду того воздействия, которое черный углерод оказывает на климат Арктики.

Данные периодические отчеты/программы действий должны содержать перечисленные и, возможно, дополнительные элементы: (1) предоставление кадастров выбросов, (2) результаты развития и совершенствования инвентаризации выбросов, (3) отчеты о тенденциях и прогнозах относительно будущих объемов выбросов, (4) меры, предпринятые в каждом из основных категорий источников выбросов, а также (5) степень взаимодействия с другими форумами, которые также вовлечены в программу сокращения выбросов черного углерода и метана. Любые отчеты, предоставляемые Арктическому Совету должны максимально использовать данные существующих международных отчетов, включая государственные отчеты

Конвенции CLRTAP и Рамочной конвенции ООН по изменению климата (UNFCCC) для дальнейшего расширения. Отчеты о результатах работы могут запрашиваться и распространяться согласно другим механизмам отчетности в рамках Арктического Совета.

Более того, Арктический Совет может рассматривать свою роль в синтезировании информации, полученной из данных отчета, для формирования обзора тенденций, будущего проектирования, индикаторов и критериев успешной реализации намеченных программ (например, общий объем выбросов в сравнении с предыдущими годами; степени применения отдельных стандартов, технологий, методик; степень вовлеченности в другие международные форумы). Арктический Совет может рассмотреть различный порядок предоставления отчетности, т.е. осуществляет ли прием отчетов Секретариат, или другая целевая группа.

Дополнительным полезным индикатором будет служить динамика концентрации твердых частиц/черного углерода, измеренная в арктическом регионе. Подобная информация, подкрепленная научными исследованиями в рамках Арктического Совета, в сочетании с указанной выше информацией может обеспечить формирование подробной отчетности по осуществлению намеченной программы в арктическом регионе.

РЕКОМЕНДАЦИЯ 6

Как отмечено Министрами по охране окружающей среды, Арктический Совет может рассмотреть создание механизма для увеличения усилий по сокращению выбросов черного углерода для стран членов-Арктического Совета.

Министры по защите окружающей среды недавно пришли к заключению:

Министры способствовали рассмотрению Арктическим Советом на встрече министров в Кируне процедуры выработки средств или иных мер по увеличению усилий арктических стран по сокращению выбросов черного углерода, для рассмотрения и принятия соответствующего решения на следующей встрече министров в 2015 году. Меры по разрешению проблемы выбросов черного углерода (и, в ряде случаев, других короткоживущих климатических загрязнителей), которые арктические страны могут пожелать рассмотреть, включают: Государственный план последовательных мероприятий, передаваемый и составленный Арктическим Советом; общее представление о сокращении выбросов; продвижение наилучших практик и технологий для соответствующих источников загрязнения в арктических странах и полярном регионе; перечень предлагаемых мер по сотрудничеству с частным сектором; а также рассмотрение критериев и целей²⁴.

²⁴ The Chair's conclusions are from the Arctic Environment Ministers meeting, Arctic Change – Global Effects, in 2013.

РЕКОМЕНДАЦИЯ 7

Арктический Совет играет роль по повышению осведомленности в отношении короткоживущих факторов влияния на арктический климат, а также более широко, в отношении необходимости предотвращения будущих изменений климата Арктики, которое повлечет каскадные последствия глобального масштаба.

Существует некоторый недостаток осведомленности в отношении связи отличных от CO₂ веществ, с изменениями климата Арктики.

Арктический совет занимает выгодную позицию в освещении важности сокращения выбросов черного углерода и метана для замедления изменения климата Арктики в ближайшей перспективе, а также для существенной пользы для здоровья людей и сохранности окружающей среды. Существует ряд международных форумов, сотрудничая с которыми Арктический совет может обеспечить должное внимание проблеме короткоживущих факторов влияния на климат и их связи с защитой климата Арктики и здоровья людей. Дополнительная работа по информированию общественности о глобальных последствиях изменения климата Арктики требуется как со стороны Арктического Совета, так и со стороны отдельных арктических стран. Данный обмен информацией активизирует широкое применение мер по сокращению выбросов этих загрязнителей.

Передаваемая информация должна включать данные, указанные выше: потенциал сокращения объемов данных короткоживущих загрязнителей климата для замедления изменения климата Арктики в ближайшие несколько десятилетий; польза для здоровья людей от сокращения выбросов данных загрязнителей; тот факт, что доля выбросов в арктических странах является существенной, однако сокращение выбросов только в данных странах не решит проблему полностью; а также тот факт, что не только арктические страны, но все глобальное сообщество заинтересовано в предотвращении дальнейшего изменения климата Арктики.

РЕКОМЕНДАЦИЯ 8

Арктический Совет должен рассмотреть взаимосвязи между осуществлением программы сокращения выбросов короткоживущих климатических загрязнителей и другой работой, осуществляемой в рамках Совета

Принятие скорейших мер для дальнейшего сокращения выбросов черного углерода и метана обладает потенциалом к замедлению скорости потепления арктического региона в ближайшем будущем, а также позволит выработать меры адаптации областей приполярного Севера. Таким образом, разрешение проблемы короткоживущих загрязнителей климата связано с работой, осуществляемой в настоящий момент различными рабочими группами Арктического совета, такой как Рабочей группой по устойчивому развитию (SDWG), готовящей отчет о мерах по адаптации к изменениям арктического климата, *Отчет о выносливости*

арктического региона; а также, поскольку сокращение уровня загрязнения Арктики предоставляет возможность для защиты биологического разнообразия, оно связано с данными Оценки биологического разнообразия Арктики (ABA), которая находится на этапе завершения рабочей группой по Сохранению флоры и фауны Арктики (CAFF).

РЕКОМЕНДАЦИЯ 9

Непрерывное выполнение известных исследовательских задач позволит улучшить понимание того, как ограничение выбросов метана, черного углерода и других короткоживущих факторов влияния на климат может замедлить изменение климата Арктики в ближайшие десятилетия. Существует высокая степень достоверности того, что рекомендованные здесь действия могли бы принести выгоды климату Арктики и здоровью людей – даже если некоторые из них пока не могут быть оценены количественно – несмотря на остающиеся выявленные неопределенности.

Существует всё ещё **необходимость лучшего понимания того, как именно сокращение выбросов черного углерода или выбросов метана позволит замедлить изменение климата** Арктики в краткосрочной перспективе, в сравнении со стратегией по сокращению выбросов CO₂. АМАР уже предпринимает попытки разрешения данных вопросов, поэтому следует способствовать реализации данной работы АМАР и проведению других исследований. Это улучшит оценку пользы для климата Арктики от реализации различных программ сокращения выбросов, что позволит выделить приоритетные направления в стратегии. Таким же образом усовершенствованная оценка пользы для здоровья населения стран членов Арктического Совета от сокращения выбросов черного углерода и метана позволит определить приоритетные меры в рамках данной стратегии.

Требуется усовершенствованная система описания выбросов, в особенности в отношении черного углерода. В частности, все источники открытого горения биомассы и факельное сжигание газа требуют особого внимания. Будущие мероприятия в рамках, например, Программы действий по снижению уровня загрязнений Арктики должны учитывать возможность предоставления обоснованных данных об отдельных источниках выбросов, в особенности в условиях арктического региона.

Непрерывная оценка эффективности различных вариантов сокращения выбросов, в особенности для таких источников как факельное сжигание газа, морские перевозки и лесные пожары.

Даже когда меры по ограничению выбросов указаны и четко определены, весьма вероятно, что **существуют вопросы местного и регионального характера в отношении стоимости реализации программы и барьеров (например, технических, географических, культурных) для повсеместного осуществления.** Мероприятия по проекту, осуществляемые в рамках АСАР или иной программы, позволят оценить данные проблемы на предмет выработки ключевых мер по снижению уровня загрязнения, приведенных данной рабочей группой.

Усовершенствованные данные наблюдений за концентрациями черного углерода в атмосферном воздухе и уровень депонирования на снегу и льду, предоставленные, например, сетью наблюдения SAON и AMAP, могут предоставить метрические показатели успешности программы по сокращению выбросов, а следовательно данные наблюдения должны поддерживаться всеми силами. Данные исследования могут быть скоординированы с другими сетями наблюдения, такими как Глобальная система наблюдения за климатом (GCOS). Более глубокое понимание характера глобального распределения черного углерода будет также полезно для определения приоритетов региональной работы и оценки эффективности специфических мер, осуществляемых в арктическом регионе для сокращения эффекта потепления Арктики.

Благодарности

Со-председатели Рабочей группы по короткоживущим факторам влияния на климат:

- Бенджамин ДеАнжело, Агентство по защите окружающей среды США, редактор
- Каролине Диксон, Министерство окружающей среды Швеции
- Ховард Торесен, Министерство окружающей среды Норвегии

Национальные представители и постоянные участники Рабочей группы, кто внес вклад в этот отчет:

- Рэйно Абрахамссон, Шведское Агентство защиты окружающей среды
- Сергей Чичерин, Главная геофизическая обсерватория им. Воейкова, Россия
- Джеймс Гамбле, Международная Ассоциация Алеутов
- Диана де Керкхов, Экология Канады
- Карстен Эскебёрг, Датское министерство климата и энергетики
- Терри Фэндж, Арктический Совет Атабаскан
- Эрик Гант, Секретариат коренных народов Арктического Совета
- Михаэл Геллер, Агентство по защите окружающей среды США
- Каарлэ Купийнен, Финский экологический институт/Международный институт прикладного системного анализа (IIASA)
- Шон Рэгнаут, Агентство по защите окружающей среды США
- Сэппо Саркинен, Министерство защиты окружающей среды Финляндии
- Маркус Сарофим, Агентство по защите окружающей среды США
- Эрика Сассер, Агентство по защите окружающей среды США
- Сара Терри, Агентство по защите окружающей среды США
- Вигдис Вестренг, Агентство по климату и загрязнению, Норвегия

Целевая группа выражает особую признательность Зигу Климонту и Лене Хёглунд-Исааксон из Международного института прикладного системного анализа (IIASA) за их участие и GAINS анализ, который они предоставили для данного отчета, а также Михаэлу Куперберг, Марьорие Шеферд и Патрисии Квин из АМАР за их сотрудничество и научный вклад по климату.

Целевая группа также благодарит тех, кто принимал участие в заседаниях и предоставил материалы, обзоры и комментарии: Пэм Пиерсон, Международные Инициативы по Климату Криосферы; Елену Кобец, ЭПЦ «Беллона»; Эллен Баум, Целевая группа по чистому воздуху; Брэда Киндера, Лесная служба США; Сванте Бодин, консультант; Лорен Стил, Агентство по защите окружающей среды США; Памэлу Франклин, Агентство по защите окружающей среды США; Лесли Янтарасами, Агентство по защите окружающей среды США.

Перевод на русский язык: Елена Кобец, ЭПЦ «Беллона»

Техническая редакция и поддержка: Нимми Дамодаран, Джой Донахью, Джоанна Прат

Фотография на обложке: Доктор Боние Лайт, Лаборатория прикладной физики, университет Вашингтона



Cover photo Dr. Bonnie Light, University of Washington