



ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ СТАНЦИИ ДЛЯ
ИЗУЧЕНИЯ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ
АТМОСФЕРЫ И ЗЕМНОЙ
ПОВЕРХНОСТИ

КОНЦЕПЦИЯ SMEAR



Ведущая станция SMEAR II
Хюютияля, Финляндия 1995-

© University of Helsinki, 2018 for the brochure
Первое издание, Июнь 2018

Фотографии: как указано в правом нижнем углу фотографии. JA(Juho Aalto); ML (Mati Loponen); NS (Nina Sarnela); YZ (Ying Zhou); HJ (Heikki Junninen); SH (Sami Haapanala); E-MD (Ella-Maria Duplissy); K-ME (Kukka-Maaria Erkkilä); NN (Nikko Nappu).

Формат и рисунки: Nuria Altimir

Концепция SMEAR



SMEAR I Värriö
Lapland 1990-

SMEAR III urban
Helsinki 2004-

SMEAR IV
Puijo 2008-

SMEAR-Estonia
Järviselja 2010-

SORPES station
Nanjing China

SMEAR-BUCT Beijing
China 2018-

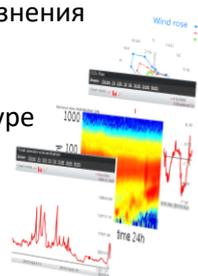
Концепция SMEAR-станций состоит в создании платформы, обеспечивающей непрерывную и полную информацию об окружающей среде на основе наблюдений. Концепция базируется на опыте Университета Хельсинки, оперирующего сетью станций в Финляндии в течение 20 лет. Уникальное научное оборудование станций позволило достичь впечатляющих научных результатов: 2500 статей в реферируемых журналах (из них 45 в Nature и Science), 15 грантов Европейского Научного Совета – наиболее престижных и значимых грантов в области естественных наук в Европе. Концепция SMEAR-станций разрабатывалась и внедрялась академиком Финской академии наук Маркку Кулмала и профессором Пертти Хари, начиная с 1986 года.

Основные станции: SMEAR-I-IV станции в Финляндии, SMEAR-Эстония, SORPES в Нанкине и SMEAR-Beijing в Пекине (Китай) (фотографии наверху).

Университет Хельсинки,
Институт исследований
атмосферных и земных систем
(INAR) совместно с ООО
«SMEAR» предоставляют
экспертные и
консультационные услуги по
созданию комплексов
специализированных
измерительных приборов и их
технической установке,
включая организацию потоков
данных, для создания или
обновления Вашей станции в
соответствии со стандартами
SMEAR.

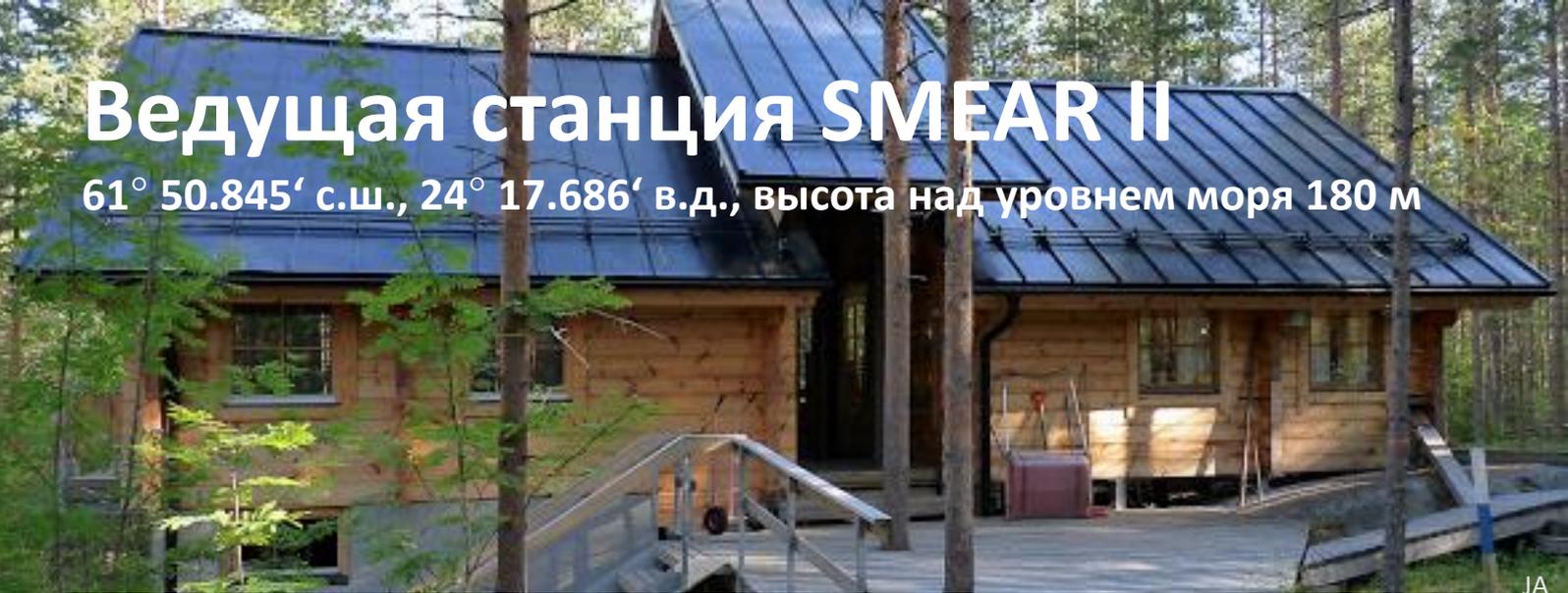
Почему SMEAR?

- Научно обоснованные независимые данные о качестве окружающей среды
- Возможности для мониторинга регионального, межрегионального и трансграничного переноса загрязнения
- Количественные данные об источниках и стоках парниковых газов (CO_2 , N_2O и CH_4) и их эволюции во времени
- Данные об экосистемных процессах, в т.ч. эффективности использования воды, фотосинтезе и структуре запасов углерода
- Выявление конкретных источников загрязнений (например, отдельное судно или промышленное предприятие)
- Система раннего предупреждения и механизм безопасной эксплуатации / эвакуации в случае промышленных аварий
- Повышение эффективности использования существующих инфраструктур и институциональных ресурсов за счет модернизации методологий мониторинга



Ведущая станция SMEAR II

61° 50.845' с.ш., 24° 17.686' в.д., высота над уровнем моря 180 м



SMEAR II (букв. станция для измерения взаимосвязей экосистема-атмосфера) в Хюютияля, Финляндия, является ведущей станцией на базе концепции SMEAR. На станции SMEAR II в режиме 24/7 проводятся измерения 1200 параметров различных экосистем, включая бореальный лес, болото и озеро.

SMEAR II включена в глобальные системы и сети наблюдения (WMO GAW, GEO-GEOSS, FluxNet, AERONET, SolRad-Net), а также в европейские исследовательские инфраструктуры (ICOS, ACTRIS, AnaEE, eLTER и EARLINET)



Помещение с инструментами



Приборы на мачтах и башнях для измерений на разных высотах



Комплекс приборов для микрометеорологических измерений



Система для изучения аэрозоля



Измерение потоков биогенных летучих органических соединений



Комплекс приборов на плавучей платформе



* WMO GAW Всемирная Метеорологическая Организация - The Global Atmosphere Watch, The intergovernmental Group on Earth Observations (GEO) - a Global Earth Observation System of Systems (GEOSS), ICOS (Integrated Carbon Observation System), ACTRIS (Aerosols, Clouds, and Trace gases Research Infrastructure), AnaEE (Infrastructure for Analysis and Experimentation on Ecosystems), eLTER (Integrated European Long-term Ecosystem)

Примеры



АРКТИКА

Институт INAR активно участвует в полярных экспедициях, таких как Villum / Station Nord Greenland, Ny Ålesund, Svalbard, Aboa, Antarctica и предстоящей экспедиции MOSAIC в сентябре 2019 года - октябре 2020 года. Мы изучаем

- физические и химические механизмы формирования вторичного аэрозоля (NPF) с помощью прямых измерений паров-прекурсоров аэрозоля, химического состава кластеров, физических характеристик аэрозоля и т. д.
- последствия таяния морских льдов и изменения климата для морского и ледового фитопланктона и далее для аэрозолей и облачных ядер конденсации.
- влияние деятельности человека и загрязнения воздуха на региональную атмосферную систему.

СРЕДИЗЕМНОМОРЬЕ

Институт INAR является партнером совместного проекта EU Horizon2020 с Институтом Кипра (CyI), Институтом химии Макса Планка (MPIC) и Комиссии по атомной энергии (CEA), бюджет 1-го этапа проекта составляет 1 млн. евро. Наша основная роль в совместном проекте – модернизация существующей станции Agia Marina Xyliatou Института Кипра в регионе Восточного Средиземноморья и Ближнего Востока (EMME) в соответствии со стандартными SMEAR.

МЕГАПОЛИСЫ

Созданный в 2018 году в Китае SMEAR-Beijing расположен на крыше здания кампуса Пекинского университета химической технологии (BUCT) в западной части Пекина вблизи автотранспортных магистралей и в окружении жилых районов. Мы ожидаем новых результатов по

- статистике образования аэрозоля и дымки
- влиянию различных газовых компонент воздуха на образование аэрозоля и дымки
- динамике аэрозоля
- метеорологическим условиям

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ УГОДЬЯ

Измерительные комплексы SMEAR могут быть адаптированы для различных условий. Например, «экосистемный» комплекс может использоваться не только для измерения биологической активности, баланса потоков и энергии лесных и болотных экосистем, но и для изучения сельскохозяйственных экосистем. Апробация концепции SMEAR на посевных землях проводится в настоящее время.

Модернизация вашей станции в соответствии со стандартами



Концепция SMEAR является **многоуровневой**. Начиная с малого – при наличии базовой поддерживающей инфраструктуры, иногда достаточно дооснастить станцию **лишь одним прибором**, чтобы получить комплекс стандарта SMEAR.

JA

КОМПОНЕНТЫ

ПОДДЕРЖИВАЮЩАЯ ИНФРАСТРУКТУРА

Не имеет прямого отношения к проведению измерений, однако существование станции без неё невозможно. Поддерживающая инфраструктура включает дороги, доступ к электричеству и средствам коммуникации, отопление, водоснабжение и т.д. Помещения для научного оборудования и проведения научной работы также являются частью поддерживающей инфраструктуры: постройки, коттеджи, контейнеры, измерительные башни и мачты. При модернизации вашей станции будет использоваться уже существующая инфраструктура, при необходимости она может быть дополнена.

НАУЧНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

Модернизация подразумевает постепенное дооснащение станций различными измерительными комплексами **SMEAR**. Содержание измерительных комплексов SMEAR должно разрабатываться, в первую очередь, в соответствии с конкретными локальными задачами, с учетом уже существующей инфраструктуры и системы, для которой будут проводиться измерения. Комплекс SMEAR - это идеальный набор инструментов, предназначенный для изучения конкретного явления/процесса в системе. Вы можете модернизировать станцию (или создать новую) посредством установки базового модуля SMEAR ИЛИ одного прибора, соответствующего стандартам. В любом случае ваша станция будет вносить вклад в развитие SMEAR концепции, а также станет частью международной/европейской исследовательской инфраструктуры с качеством данных, отвечающих международным стандартам.

ОБУЧЕНИЕ ПЕРСОНАЛА

В идеале непрерывное обслуживание станций выполняется местным персоналом. Мы поможем повысить вашу техническую и научную квалификацию:

- Обучение местного персонала работе с инструментами непосредственно при установке инструментов
- Специализированные курсы и тренинги на ведущей станции SMEAR II в Финляндии
- Обучение методам анализа данных
- Научные кадры: магистратура и аспирантура для студентов.

ОТКРЫТЫЕ ДАННЫЕ И ПОТОКИ ДАННЫХ

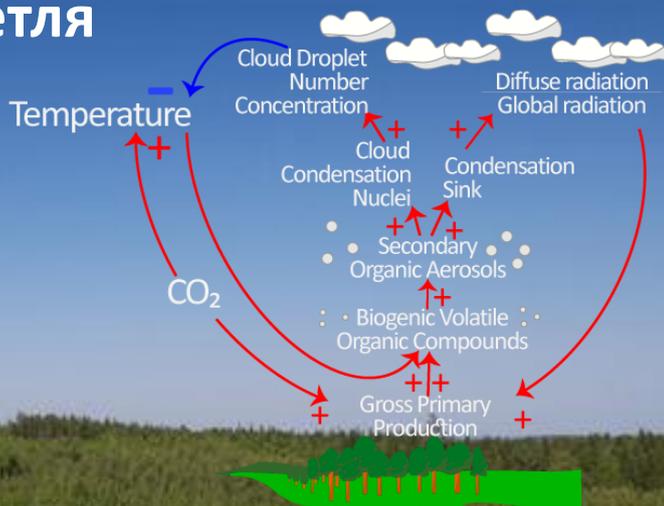
В дополнение к научному оборудованию, мы устанавливаем систему обработки данных для получения готовых к использованию данных на основе первичных. **Организация хранения данных** является важной частью концепции SMEAR. Она включает в себя:

- Ведение формальной документации
- Хорошо организованное и безопасное место для хранения данных в виде, удобном для пользователя
- Реляционная база данных, доступ к которой обеспечен из любой точки мира через интернет-браузер или через интерфейс прикладного программирования (API)
- Каталоги метаданных, позволяющие легко найти необходимый набор данных. Все данные имеют уникальный постоянный идентификатор (PID), с помощью которого на данные можно ссылаться в публикациях. Данные со станций SMEAR доступны на сайте <http://avaa.tdata.fi/web/smart/smear>, AVAA портал и API.

Лицензирование данных. Основной принцип - "свободное использование и благодарность источнику данных". Текущая лицензия данных SMEAR - Creative Commons 4.0 Attribution (CC 4.0 BY) с дополнительным требованием честного научного сотрудничества: лицам, ответственным за данные, предлагается соавторство в публикации, если существенная часть публикации выполнена с использованием данных или требуется помощь в интерпретации результатов на их основе.

Примеры исследований с использованием модулей SMEAR

Пример – климатическая петля обратной связи



Первая количественная оценка континентальной петли обратной связи СОВАСС (биосфера-атмосфера-облака-климат)^{1,2,3} основана на непрерывных наблюдениях на станции SMEAR II в Хюютияля, Финляндия. Увеличение концентрации CO₂ в атмосфере приводит к регуляции баланса CO₂ экосистемой посредством изменения её валовой первичной продукции, эмиссии летучих органических соединений (ЛОС) и образования вторичного аэрозоля, связанного с окислением ЛОС в атмосфере. Петля обратной связи демонстрирует важность процессов в биосфере не только для углеродного и аэрозольного бюджетов, но и для всей климатической системы. Обратная связь СОВАСС подавляет глобальное потепление, предоставляя возможность сократить мировые выбросы углерода, и требует количественной оценки в глобальной перспективе. Эффект обратной связи СОВАСС зависит от функционирования биосферы, в том числе, и от наблюдаемых в настоящее время, но пока недостаточно изученных процессов озеленения Арктики и других изменений в растительности бореальной и арктической зон. Необходимо накапливать знания, чтобы понять, как будет развиваться петля обратной связи СОВАСС в будущем.



Инструменты, необходимые для анализа петли обратной связи

Переменные	Инструменты
Потоки CO ₂ , H ₂ O, CO, CH ₄	Picarro + 3D анемометр
Концентрация ЛОС	PTR MS и/или GC-MS
Счетное распределение аэрозоля по размерам	DMPS
	NAIS
Метеорологическая станция, включая радиацию (глобальную и рассеянную)+ измеритель высоты облачности	
Мачта и помещение	
Данные	

¹ Kulmala et al. (2004) A new feedback mechanism linking forests, aerosols, and climate, *Atmos. Chem. Phys.* 4, 557-562. ² Kulmala et al. (2014) CO₂-induced terrestrial climate feedback mechanism: From carbon sink to aerosol source and back, *Boreal Environ. Res.* 19, 122-131. ³ Paasonen et al. (2013) Warming-induced increase in aerosol number concentration likely to moderate climate change, *Nature Geosci.* 6, 438-442.

Пример - образование новых частиц

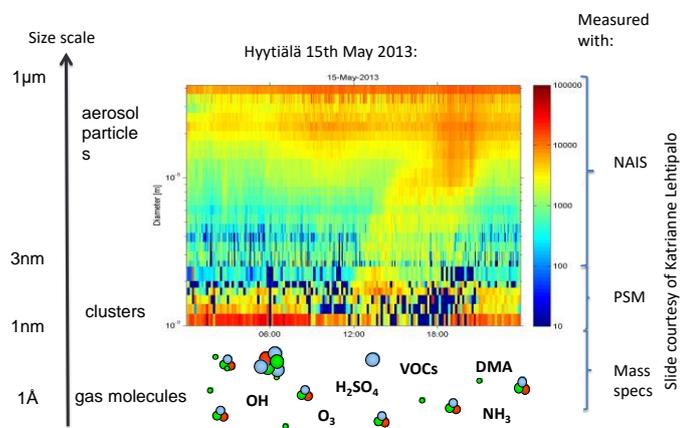


Преобразование газ-частица (GTP) — это одно из ключевых явлений в области физико-химических атмосферных процессов. Образование и рост вторичного аэрозоля изменяет счетное распределение аэрозоля по размерам, его химический состав и массовое содержание в атмосфере, тем самым оказывая влияние как на качество воздуха, так и на климат. Преобразование газ-частица при размере частиц в несколько нм, называемое нано-GTP, представляет особый интерес, поскольку определяет вклад процесса образования новых частиц (NPF) в количественное содержание аэрозоля в атмосфере. Образование молекулярных кластеров критического размера обычно называется нуклеацией. Основным интересом для исследования представляют следующие тематики:

- механизм нуклеации и определение паров, участвующих в атмосферной нуклеации;
- разработка математической модели для описания процесса нуклеации;
- исследование степени участия атмосферных ионов в процессе нуклеации.

До недавнего времени, химии газовой фазы, изучающей образование конденсирующихся паров, уделялось гораздо меньше внимания. Основная причина заключается в том, что пары серной кислоты, полученные в результате газофазной реакции $\text{SO}_2 + \text{OH}$, долгое время считались единственной важной газовой компонентой для образования новых частиц. Однако, последние исследования показали, что это не всегда так^{2,3}. Инструменты, в числе которых увеличитель размеров частиц⁴ (PSM), времяпролетный масс-спектрометр с химической ионизацией (с интерфейсом для атмосферного давления)⁵ (CI-API-TOF), спектрометр для измерения нейтральных кластеров и заряженных частиц⁶ (NAIS), доказали свою эффективность как в лабораторных³, так и в полевых⁷ условиях. Чтобы иметь возможность верифицировать и количественно оценивать вклад различных компонент в нано-GTP, мы должны и далее развивать нашу аппаратуру и использовать ее в различных условиях: от хорошо контролируемых лабораторий до удаленных и труднодоступных мест по всей планете.

Discovering the world below 3 nm



SCIENCE ADVANCES | RESEARCH ARTICLE

ATMOSPHERIC SCIENCE

Observations of biogenic ion-induced cluster formation in the atmosphere

Cécile Rose,^{1,4} Qiaozhi Zhu,^{1,2} Lubna Dada,^{1,2} Chao Yan,¹ Katrinne Lehtipalo,¹ Heikki Junninen,^{1,2} Stephany Buenrostro Mazón,¹ Tuja Jokinen,¹ Nina Sarnela,¹ Mikko Sipilä,¹ Tuukka Paajala,^{1,4} Veli-Matti Kerminen,¹ Federico Bianchi,^{1,5} Markku Kulmala^{1,2,4}

A substantial fraction of aerosols, which affect air quality and climate, is formed from gaseous precursors. Highly oxygenated organic molecules (HOMs) are essential to grow the newly formed particles and have been evidenced to initiate ion-induced nucleation in chamber experiments in the absence of sulfuric acid. We investigate this phenomenon in the real atmosphere using an extensive set of state-of-the-art ion and mass spectrometers deployed in a boreal forest environment. We show that within a few hours around sunset, HOMs resulting from the oxidation of monoterpenes are capable of forming and growing ion clusters even under low sulfuric acid levels. In these conditions, we hypothesize that the lack of electrofidelity and eventual vapors prevents this a major source of in the future and c

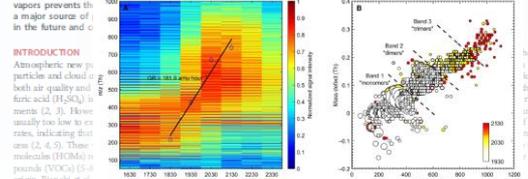


Fig. 2. Build up process of naturally occurring charged HOMs. (A) Averaged time evolution of the mass spectra calculated from all air-sect samplings between 18:00 and 20:00 local time, UT +2. The solid line and corresponding diamonds illustrate the molecular growth rate resulting from the HOMs build-up process. (B) Mass spectra detected for the cluster formation event detected at 20:00. The mass defect, Δm , is the difference between the mass ratio and the nominal mass, is shown in the ordinate. The area of the dots is proportional to the intensity of the observed signal and the color scale indicates the time at which each of the three mass spectra was measured. The presence of HOM monomers, dimers, and trimers is evidenced on the mass spectra plot and their progressive appearance from 18:30 to 20:00. By contrast, clusters resulting from base-stabilized nucleation of H_2SO_4 with NH_3 or amines are not observed at any time.

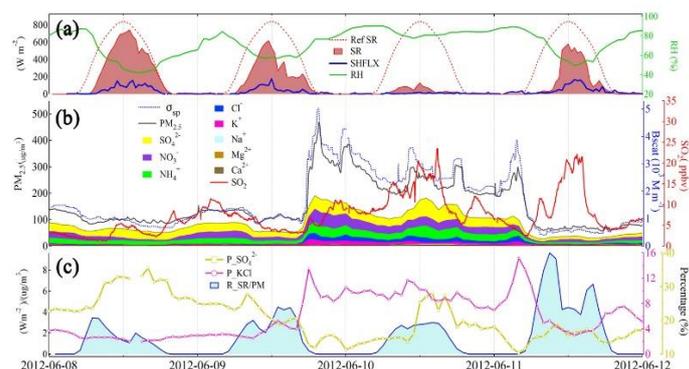
Приборы для изучения нано-GTP

Параметр	Инструмент
Кластеры	PSM
	NAIS
Более крупные частицы	CI-API-TOF
	DMPS
	APS

¹Friedlander, 1977. ²Bianchi F. et al. (2016) New particle formation in the free troposphere: A question of chemistry and timing. *Science*, 352, 1109–1112. ³Kirkby J. et al. (2016) Ion-induced nucleation of pure biogenic particles. *Nature*, 533, 521–526. ⁴Vanhanen, J., et al., (2011). Particle size magnifier for nano-CN detection, *Aerosol Sci. Tech.*, 45, 533–542. ⁵Jokinen, T. et al. (2012) Atmospheric sulfuric acid and neutral cluster measurements using CI-API-TOF, *Atmos. Chem. Phys.* 12, 4117–4125. ⁶Kulmala, M., et al. (2007). Toward direct measurement of atmospheric nucleation, *Science*, 318, 89–92. ⁷Kulmala, M. et al. (2013) Direct observations of atmospheric nucleation, *Science* 339, 943–946.

Пример - Качество воздуха

Комплексный подход к проблеме загрязнения воздуха, учитывающий многообразие загрязнителей. Быстрая крупномасштабная урбанизация и индустриализация развивающихся стран привели к серьезному ухудшению качества воздуха, угрожающему здоровью сотен миллионов людей^{1,2,3}. В дополнение к преждевременной смертности и проблемам со здоровьем, загрязнение воздуха представляет значительные проблемы для окружающей среды и экономики за счет снижения продуктивности сельского хозяйства и промышленной производительности. В целях устранения проблемы загрязнения воздуха, мы разработали "дорожную карту", предлагающую комплексный подход, учитывающий многообразие загрязнителей². Ожидается, что такой подход станет основой для новаторской, долгосрочной и экономически эффективной стратегии решения проблемы загрязнения воздуха в больших городских районах, и особенно в мегаполисах. Более того, исследование процессов загрязнения воздуха уже позволило продемонстрировать на основе атмосферных наблюдений как повышенный уровень загрязнения влияет на погодные условия⁴, подавляет атмосферную турбулентность и перемешивание и уменьшает высоту пограничного слоя⁵ что приводит к дальнейшему росту уровня загрязнения^{6,7} в том числе, за счет образования вторичных аэрозолей⁸.



(a) Солнечная радиация, поток явного тепла and относительная влажность в городской среде (SORPES). (b) Массовое содержание PM_{2.5}, водорастворимые ионы, коэффициент рассеяния аэрозоля (на 650 нм) и SO₂, измеренные на станции SORPES Xianlin. (c) Содержание сульфатов и KCl в общей массе и отношение "заблокированной" солнечной радиации к массовой концентрации PM_{2.5} на станции Xianlin Site (Ding et al. 2013a).

Приборы для изучения качества воздуха

Вариант 1

Параметры и инструменты

Мелкодисперсные частицы
PM 2.5 и 10

Следовые газы (Thermo package) NO_x, CO, O₃,
SO₂ + калибровки

Сажистый углерод

Вариант 2

Параметры и инструменты

Счетное распределение аэрозоля

Оптика аэрозоля, Нефелометр

Анализатор химического состава аэрозолей
(ACSM)

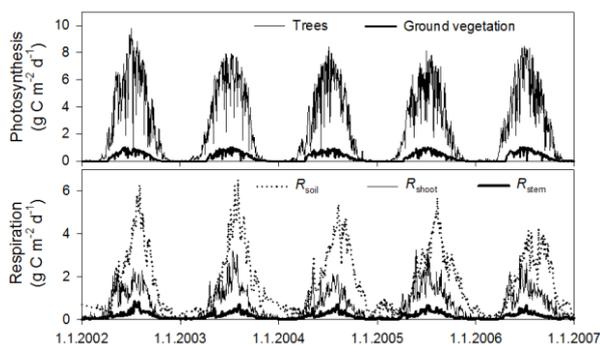
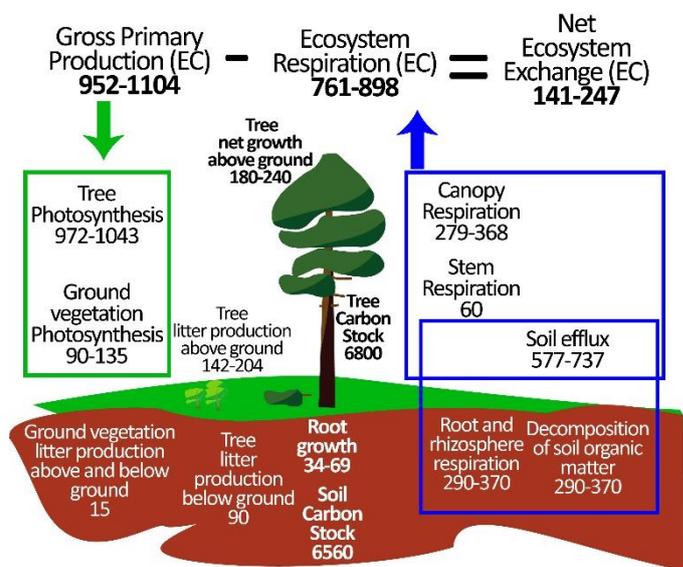
MARGA, состав аэрозоля и газов



¹ Lelieveld et al. (2015) The contribution of outdoor air pollution sources to premature mortality on a global scale. *Nature*, 525, 367–371. ² Kulmala (2015). Atmospheric chemistry: China's choking cocktail. *Nature News* 526, 497–499. ³ Apte et al (2015) Addressing Global Mortality from Ambient PM_{2.5}. *Environ. Sci. Technol.*, 49, 8057–8066. ⁴ Ding et al. (2013). Intense atmospheric pollution modifies weather: a case of mixed biomass burning with fossil fuel combustion pollution in eastern China. *Atmos. Chem. Phys.*, 13, 10545–10554. ⁵ Zilitinkevich et al. (2013) A Hierarchy of Energy- and Flux-Budget (EFB) Turbulence Closure Models for Stably-Stratified Geophysical Flows. *Boundary-Layer Meteorol.*, 146, 341–373. ⁶ Ding et al. (2016) Long-term observation of air pollution-weather/climate interactions at the SORPES station: a review and outlook. *Frontiers of Environ Sci & Eng* 10, 15. ⁷ Petäjä et al. (2016) Enhanced air pollution via aerosol-boundary layer feedback in China, *Sci. Repts.*, 5, 18998. ⁸ Kulmala et al. (2017). Atmospheric gas-to-particle conversion: why NPF events are observed in megacities? *Faraday Disc.*, 200, 271-288.

Пример - Баланс углерода в экосистеме

Для изучения роли экосистем в процессе изменения климата, концепция SMEAR включает наблюдение основных биогеохимических циклов, например, циклов углерода, воды и азота на различных масштабах. Измерения на SMEAR II проводятся в лесном массиве, а также на водно-болотных угодьях и на плавучей платформе в близлежащем озере. Долгосрочные измерения позволяют выполнить анализ данных с учетом выраженной сезонности и отслеживать процессы, связанные с изменением климата, например, влияние температуры и осадков на биогеохимические циклы. При измерении других парниковых газов и оптических параметров, можно рассчитать энергобаланс экосистемы и бюджет парниковых газов^{1,2}. Изучение процессов обмена на уровне экосистемы и детальное измерение потоков на уровнях полога леса, почвы и надпочвенной растительности в совокупности являются необходимой основой для развития процессно-ориентированных моделей функционирования экосистемы.



Распределение потоков углерода в лесных насаждениях SMEAR II на составляющие полога, подлеска и почвы. (Ilvesniemi et al., 2009). Значения в gC / m^2 .

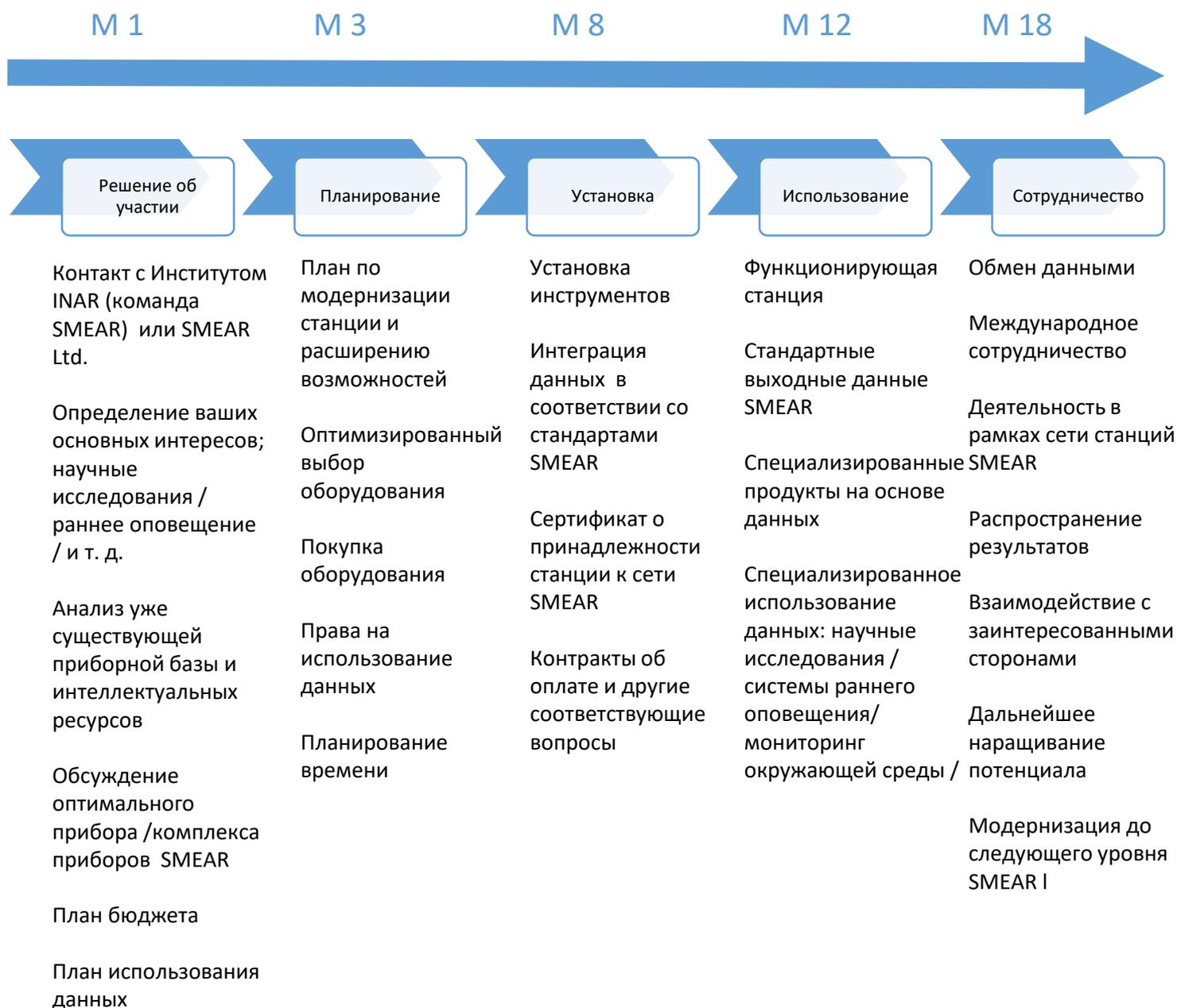
Потоки углерода (фотосинтетический и респираторный) от полога леса, надпочвенной растительности и почвы. (Kolari et al 2009)

Параметры	Инструменты
Потоки CO ₂ , H ₂ O, CO, CH ₄ на уровне ветвей	Изготовленные на заказ автоматизированные камерные системы
	CO ₂ /H ₂ O анализаторы
	CO ₂ /H ₂ O/N ₂ O/CH ₄ анализаторы
Изготовленный на заказ автоматизированный прибор для контроля забора образцов и регистрации данных	
Влагосодержание и температура почвы на 5 уровнях	
Вспомогательные измерения	Вышка, включая метеорологическую станцию
Потоки CO ₂ , H ₂ O, CO, CH ₄ на уровне экосистем	Инструменты Eddy/Micrometeorology Модуля

¹ Ilvesniemi et al (2009) Long-term measurements of the carbon balance of a boreal Scots pine dominated forest ecosystem. *Boreal Environ. Res.* 14:731-753. ² Kolari et al (2009) CO₂ exchange and component CO₂ fluxes of a boreal Scots pine forest. *Boreal Environ. Res.* 14:761-783.

Карта пути

JA



Контакты



JA

Executive Board SMEAR Finland

Academician Prof. **Markku Kulmala**,
Director of INAR
markku.kulmala@helsinki.fi
Tel. +358 (0) 294150756

Prof. **Tuukka Petäjä**, INAR
tuukka.petaja@helsinki.fi
Tel. +358 (0) 504155278

Prof. **Jaana Bäck**, INAR
jaana.back@helsinki.fi
Tel. +358 (0) 504155297

Prof. **Timo Vesala**, INAR
timo.vesala@helsinki.fi
Tel. +358 (0) 294150862

SMEAR Ltd.

Dr. **Joni Kujansuu**, INAR
joni.kujansuu@helsinki.fi
Tel. +358 (0) 504154733

Data Systems coordination

Prof. **Heikki Junninen**, Univ. Tartu
heikki.junninen@ut.ee
Tel. + 358 (0)50 34266774

Helpdesk Data systems

Dr. Pari Kolari , INAR
pasi.kolari@Helsinki.fi
Tel. +358 (0)504485920

Helpdesk Technical support

Dr. Juha Kangasluoma, INAR
juha.kangasluoma@helsinki.fi
Tel. +358 (0)503185096

GlobalSMEAR - Stakeholder Engagement

Dr. **Hanna Lappalainen**, INAR
Hanna.k.lappalainen@helsinki.fi
Tel. +358 (0) 504341710

SMEAR Campaigns

Dr. Mikko Sipilä, INAR
mikko.sipila@helsinki.fi
Tel. +348 (0)504480627

Почтовый адрес:

P.O.Box 64, FIN-00014, University of Helsinki , FINLAND

Адрес вебсайта:

www.atm.helsinki.fi/m/globalsmear/index.php

Твиттер:

twitter.com/GlobalSMEAR





Навстречу
скоординированной
непрерывной
всеобъемлющей
Глобальной
Земной Обсерватории

