



**ОПЫТНАЯ ЭКСПЛУАТАЦИЯ  
СИСТЕМЫ КОМПЛЕКСНОГО ЭКОЛОГИЧЕСКОГО  
МОНИТОРИНГА (СКЭМ) СОЧИНСКОГО  
НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА  
И ПРИЛЕГАЮЩИХ ТЕРРИТОРИЙ  
В ПРОЦЕССЕ СТРОИТЕЛЬСТВА СПОРТИВНЫХ И  
ИНЫХ ОБЪЕКТОВ И ПОСЛЕ ВВОДА ИХ В  
ДЕЙСТВИЕ**

**В.М. Шершаков, В.Г. Булгаков, С.А. Сарычев, В.С. Косых, М.А. Запевалов,  
Д.Р. Нечаев, И.В. Семенова (все - ФГБУ «НПО «Тайфун»),  
А.Л. Любимцев (ФГБУ СЦГМС ЧАМ)**



**Мероприятие 215 «Создание системы комплексного экологического мониторинга загрязнения окружающей среды в период подготовки и проведения XXII Олимпийских зимних игр и XI Паралимпийских зимних игр 2014 года.**

- Система введена в опытную эксплуатацию (приказ Росгидромета № 530 от 6 октября 2011 года)
- Разработана программа опытной эксплуатации
- Разработана методика опытной эксплуатации



## Характеристики системы

До модернизации			После модернизации		
Количество станций	Кол-во контролируемых показателей	Регламент отбора	Количество станций	Кол-во контролируемых показателей	Регламент отбора
<b>Атмосферный воздух</b>					
2	13	Три раза в сутки	6 АСК-А	11	Непрерывно
				19	Три раза в сутки на двух станциях
			3 АПК-А	4	Непрерывно
<b>Поверхностные воды</b>					
6	39	Шесть раз в год	2 АСК-В	11	Непрерывно
			6 ПКВ	8	Раз в две недели
				46	Шесть раз в год
<b>Морская вода</b>					
8	20	Четыре раза в год	14	20	Четыре раза в год
<b>Почвы</b>					
-	-	-	6 ПКП	14	Два раза в год
<b>Биотические компоненты</b>					
3	5-7	1-3 раза в год	8	18	1-3 раза в год

## Элементы системы

### ➤ Автоматизированные станции контроля атмосферы (АСК-А) в зонах проведения Олимпийских игр:

- непрерывный контроль в автоматическом режиме 11 веществ:

оксид азота NO,  
диоксид азота NO<sub>2</sub>,  
диоксид серы SO<sub>2</sub>,  
оксид углерода CO,  
озон O<sub>3</sub>,  
PM-10 (BC<sub>10</sub>),  
PM-2,5 (BC<sub>2,5</sub>),  
сероводород H<sub>2</sub>S,  
аммиак NH<sub>3</sub>,  
метан CH<sub>4</sub>,  
сумма углеводородов ΣСН;

- три раза в сутки на 2-х станциях ручной отбор еще шести веществ, в том числе:

- группы тяжелых металлов,
- полициклических ароматических углеводородов (бенз[а]перилен, антрацен, флуорантен, пирен, хризен, перилен, бенз[б]флуорантен, бенз[к]флуорантен, бенз[е]пирен, дибенз[а, h]антрацен, бенз[g, h, i]перилен),
- летучих органических веществ.





### ➤ Мобильные экологические лаборатории контроля атмосферы (МЭЛ-А) в базовой и расширенной комплектации:

- **контроль в автоматическом режиме загрязняющих веществ:**

оксид азота (NO), диоксид азота (NO<sub>2</sub>), диоксид серы (SO<sub>2</sub>), оксид углерода (CO), озон (O<sub>3</sub>), сероводород (H<sub>2</sub>S), аммиак (NH<sub>3</sub>), метан (CH<sub>4</sub>), сумма углеводородов (ΣСН).

- **дополнительно , в расширенной комплектации:**

измерение профилей ветра (скорости и направления) и температуры для расчета распространения загрязнения при возникновении нештатной ситуации

- **регулярный отбор проб в труднодоступных районах и по специальным маршрутам.**



## ➤ Мобильная гидрохимическая лаборатория (МЭЛ-В):

- контроль в автоматическом режиме 14 загрязняющих веществ;
- регулярный отбор проб в труднодоступных районах и по специальным маршрутам.

Параметры, контролируемые в полевых условиях:

Натрий, мг/дм <sup>3</sup>	Железо общее, мг/ дм <sup>3</sup>
Калий, мг/дм <sup>3</sup>	Марганец, мкг/ дм <sup>3</sup>
Хлорид-ионы, мг/дм <sup>3</sup>	Нефтепродукты, мг/дм <sup>3</sup>
Фторид-ионы, мг/дм <sup>3</sup>	Общий углерод, мг/дм <sup>3</sup>
Гидрокарбонат-ионы, мг/дм <sup>3</sup>	Сульфат-ионы, мг/дм <sup>3</sup>
Кальций, мг/дм <sup>3</sup>	Жесткость (Са+ Mg), мг/дм <sup>3</sup>
Хлорид-ионы, мг/дм <sup>3</sup>	Температура, °С
Нитраты, мг/дм <sup>3</sup>	рН, ед. рН
Нитриты, мг/дм <sup>3</sup>	Удельная электропроводность, мкСм/см
Аммоний-ион, мг/дм <sup>3</sup>	Кислород растворенный, мг/дм <sup>3</sup>
Ортофосфаты и полифосфаты (по фосфору), мг/дм <sup>3</sup>	





### ➤ Автоматические станции контроля воды (АСК-В):

- контроль в автоматическом режиме 11 веществ (показателей): электропроводность, температура, рН, нитраты, аммоний, фториды, кальций, мутность, спектральный коэффициент пропускания, растворенный кислород, уровень.

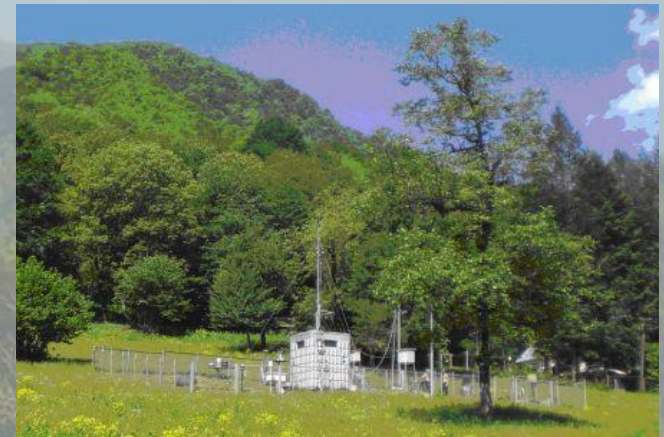


### ➤ Пункты контроля воды с периодическим отбором проб:

- один раз в две недели ручной контроль 8 веществ (показателей): температура, рН, соленость, удельная электропроводность, кислород растворенный, мутность, окислительно-восстановительный потенциал.
- шесть раз в год ручной контроль от 30 до 39 веществ.

### ➤ Пункты контроля почв с периодическим отбором проб

- два раза в год контролируются 20 веществ.



➤ Химико-аналитическая лаборатория на базе специализированного центра по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды Черного и Азовского морей (ФГБУ «СЦГМС ЧАМ»):

- анализ загрязняющих веществ (воздух, вода, почва), анализ которых в автоматическом режиме или в условиях мобильной лаборатории невозможен или нецелесообразен.

Введено в действие	
Оборудование	Анализ
<b>Хроматограф газовый Agilent 7890</b> с системой термодесорбции Unity 2	ЛОС (воздух) хлороорганических соединений (пестициды) (вода, почва)
<b>Жидкостный хроматограф LC-20 «Шимадзу»</b>	ЛОС (альдегиды) (воздух) ПАУ (воздух)
<b>Спектрометр и индуктивно-связанной плазмой (ИСП-ОЭС) Varian</b>	ТМ (воздух, вода, почва)
<b>Спектрофотометр UV-1800 «Шимадзу»</b>	Неорганических и органических веществ
<b>Микропроцессорный рН-метр-иономер И-500</b>	рН (воздух)
<b>Газоанализатор "Палладий-3М-01"</b>	СО (воздух)





# Элементы системы

## Центр сбора и обработки информации:

- прием и обработка данных в реальном времени от элементов системы, работающих в автоматическом режиме (АСК-А, АПК-А, АСК-В, МЭЛ-А, МЭЛ-В);
- ведение базы данных;
- формирование отчетной документации в соответствии с нормативными документами;
- моделирование ежесуточного краткосрочного прогноза состояния атмосферы (оценка качества атмосферного воздуха):
  - определение суточных максимумов концентраций загрязняющих веществ.

The screenshot displays a multi-window application interface. Each window shows a table of pollution parameters and meteorological data for a specific station. The tables are organized as follows:

**Параметры загрязнения (Pollution parameters):**

№	Наименование	ПДК-г.р. мг/м³	Дата	Время	Значение
1	СО, мг/м³	5	04.08.2011	16:19	0
2	NO, мг/м³	0.4	04.08.2011	16:19	0.0002
3	NO2, мг/м³	0.2	04.08.2011	16:19	0.000
4	SO2, мг/м³	0.5	04.08.2011	16:19	0.000
5	H2S, мг/м³	0.008	04.08.2011	16:19	0.0000
6	O3, мг/м³	0.16	04.08.2011	16:19	0.006
7	NH3, мг/м³	0.2	04.08.2011	16:19	0.004
8	Средняя СО, мг/м³	5	04.08.2011	16:19	1.006
9	СН4, мг/м³	5	04.08.2011	16:19	1.105
10	PM10, мг/м³	0.3	04.08.2011	16:19	0.046
11	PM2.5, мг/м³	0.16	04.08.2011	16:19	0.026

**Метеорологическая информация (Meteorological information):**

№	Наименование	Значение
1	Т, °С	26.19
2	Т точка росы, °С	26.75
3	Р, мм рт.ст.	757.55
4	У, мм/с	2.2
5	Н, г/см³	22.7

The interface also shows a taskbar at the bottom with various application icons and a system tray on the right.

➤ Центр обработки и представления данных на базе ФГБУ «НПО «Тайфун»:

- оперативная оценка экологической обстановки;
- принятие обоснованных решений по мерам защиты населения при аварийных выбросах загрязняющих веществ в атмосферу на основании *мезомасштабной* или *трансграничной* моделей расчета рассеяния примесей в атмосфере.

### Пример представления результатов моделирования трансграничного переноса

Условный источник выброса в атмосферу:

Координаты: 37.422°с.ш., 141.033°в.д.

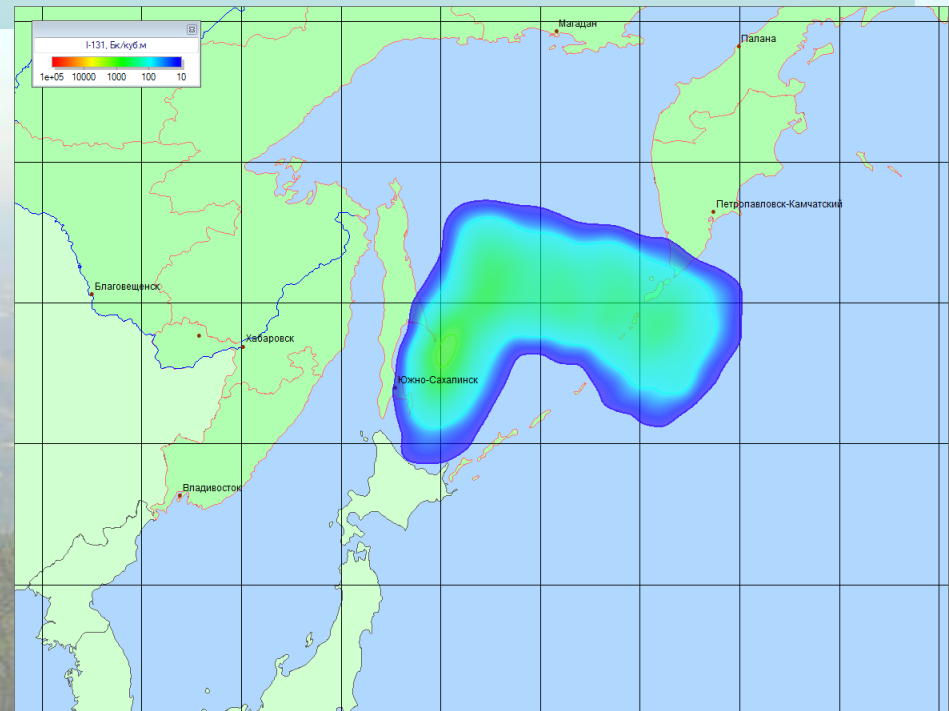
Высота выброса: 100 – 500 м

Продолжительность: 6 часов

Активность, ТБк :I-131            106

   Cs-137            2 104

   Xe-133            3 106



Основными расчетными характеристиками (выходной информацией) этих моделей являются динамика изменения концентрации загрязняющих веществ в атмосфере и плотности их выпадения на подстилающую поверхность.



# Элементы системы

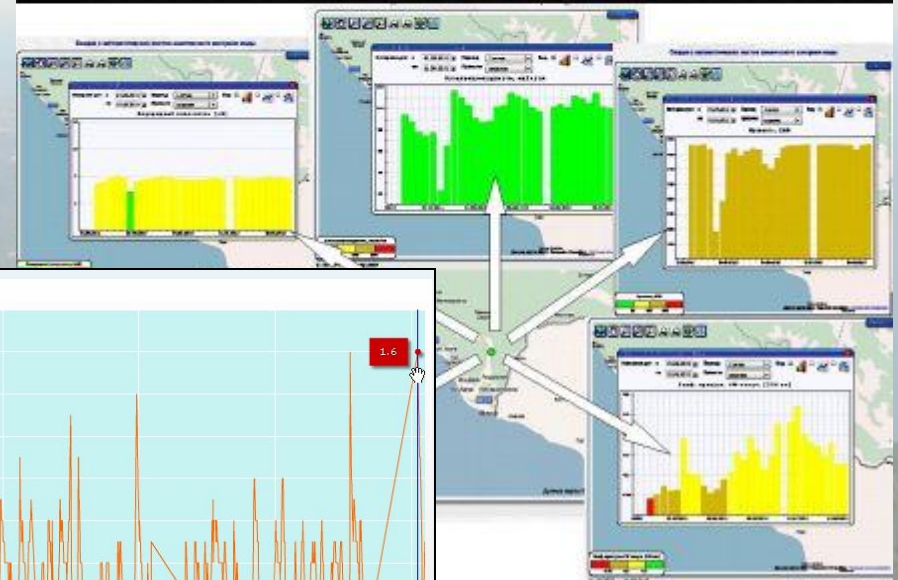


➤ Сайт <http://pogodasochi.ru> - информация о состоянии окружающей среды:

- мониторинг состояния окружающей среды:
  - атмосфера,
  - поверхностные воды,
  - прибрежные воды,
  - биота;
- спутниковый мониторинг;
- отчеты экспедиционных обследований;
- тенденции изменения параметров окружающей среды.



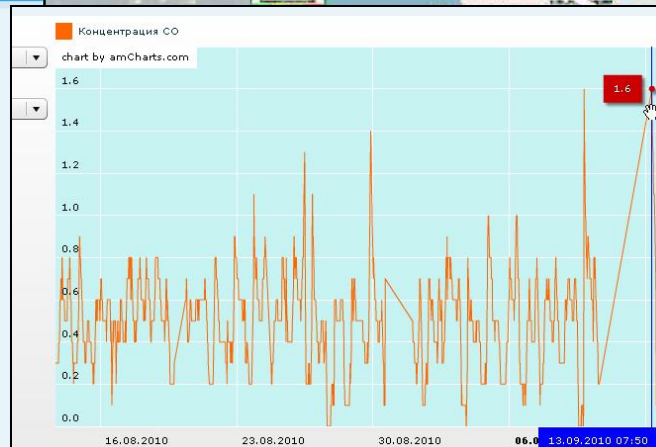
качество воздуха: концентрация оксид углерода CO 0.8 мг/м<sup>3</sup> ↑ (ПДК<sub>кв</sub> - 5), двуокиси азота NO<sub>2</sub> 0.001 мг/м<sup>3</sup> (ПДК<sub>кв</sub> - 0.04)



Государственное учреждение "Специализированный центр водных ресурсов и мониторинга окружающей среды Черного и Азовского морей"

## Информация о состоянии окружающей среды в районе г.Сочи

Атмосфера | Поверхностные воды | Прибрежные воды | Биота | Спутниковый мониторинг | Отчеты | Главная



## Результаты опытной эксплуатации. Данные о загрязнении окружающей среды - источники загрязнения:



### ➤ Основные источники загрязнения:

- автотранспорт;
- строительная техника;
- сельское и приусадебное хозяйство.



### ➤ Основные пути загрязнения:

- выбросы пыли в атмосферу при проведении строительных работ;
- ливневые смывы с нарушенной поверхности земли и из отвалов в р.Мзымту;
- несанкционированное складирование отходов и сброс бытовых сточных вод;
- дальний и региональный атмосферный перенос.

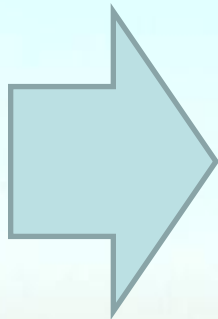


# Результаты опытной эксплуатации. Данные о загрязнении окружающей среды- атмосферный воздух:

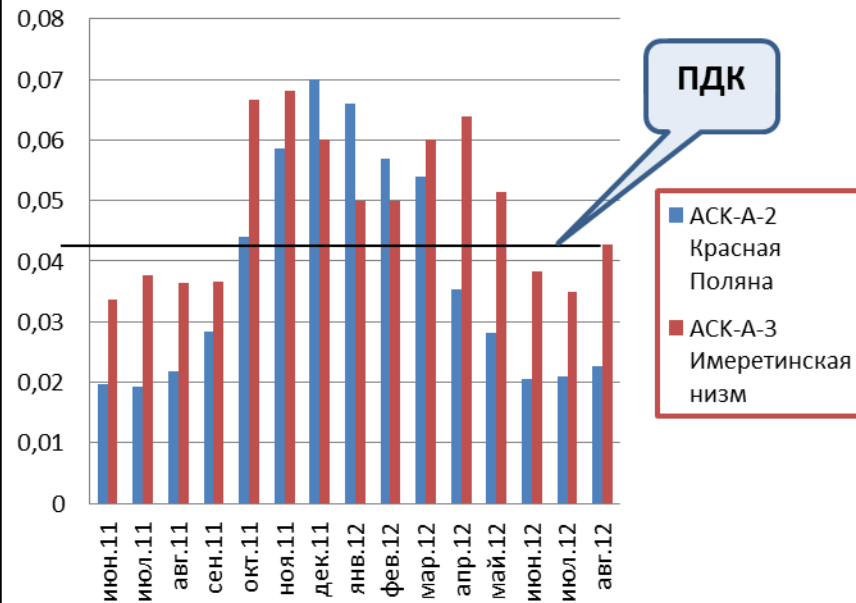


## сезонная и суточная динамика

Данные со станций контроля загрязнения атмосферы показывают:  
рост загрязнения атмосферы в районе строительства диоксидом азота в **зимний** период времени

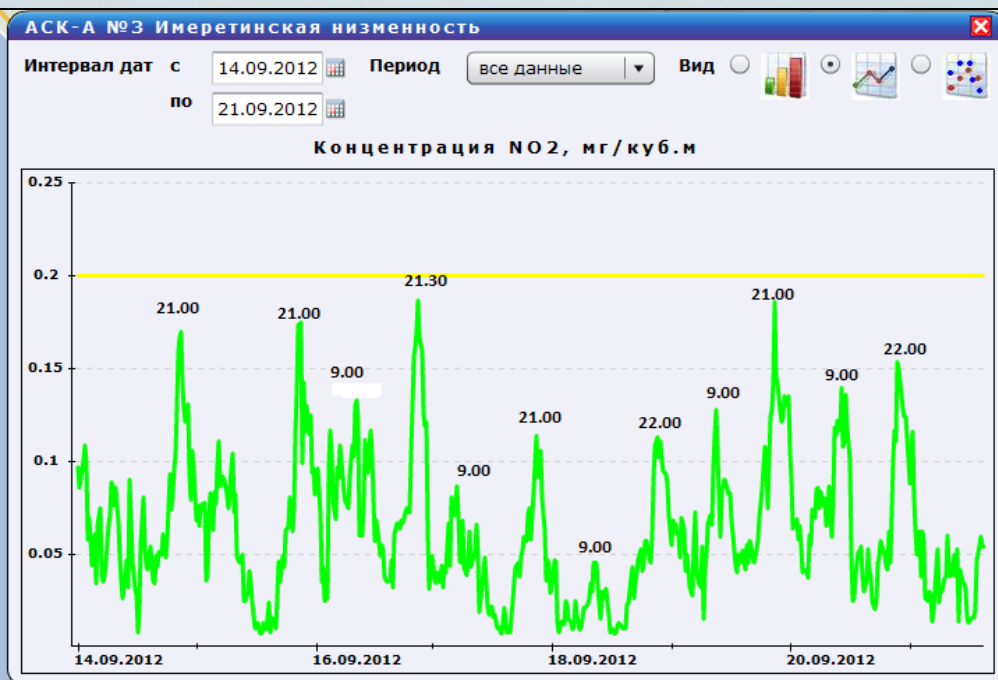


Диоксид азота, мг/м<sup>3</sup> (ПДК сс = 0,04 мг/м<sup>3</sup>)  
июнь 2011-август 2012 г.



ПДК

- АСК-А-2  
Красная Поляна
- АСК-А-3  
Имеретинская низм



Суточный ход концентраций диоксида азота с максимумами в утренние и вечерние часы



# Результаты опытной эксплуатации. Данные о загрязнении окружающей среды - атмосферный воздух: влияние автотранспорта



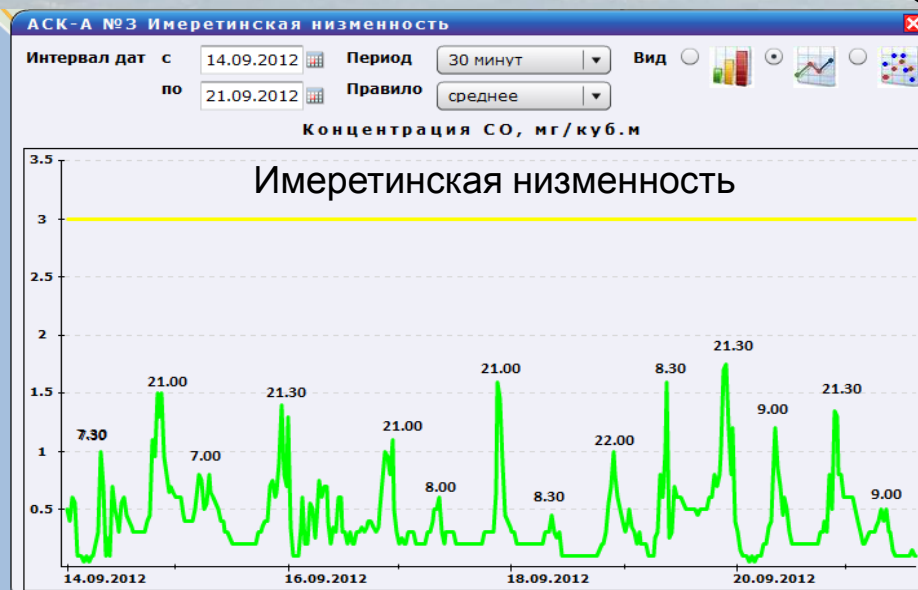
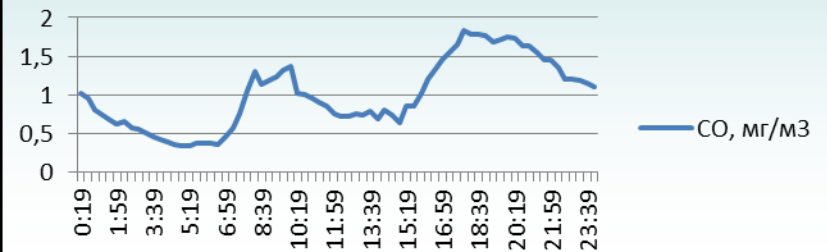
Влияние автотранспорта на загрязнение атмосферы : концентрации оксида углерода и диоксида азота имеют всплески концентраций в **утренние и вечерние** часы пик автотранспорта.

Эти всплески зависят от интенсивности движения автотранспорта, которая существенно выше в Имеретинской низменности, чем в Красной Поляне.



АСК-А2 Красная поляна  
Суточный ход содержаний CO в воздухе,  
мг/м<sup>3</sup>

(средненный по срокам измерений за период с 28 декабря 2010 г. по 25 января 2011 г.)

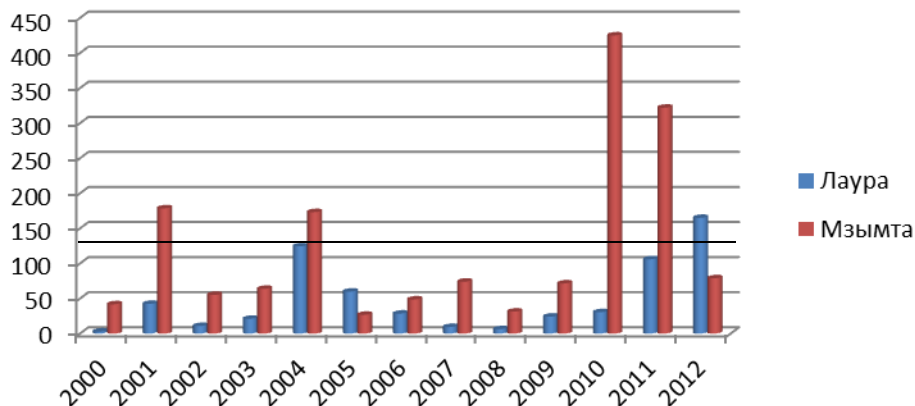




# Результаты опытной эксплуатации. Данные о загрязнении окружающей среды- поверхностная вода:



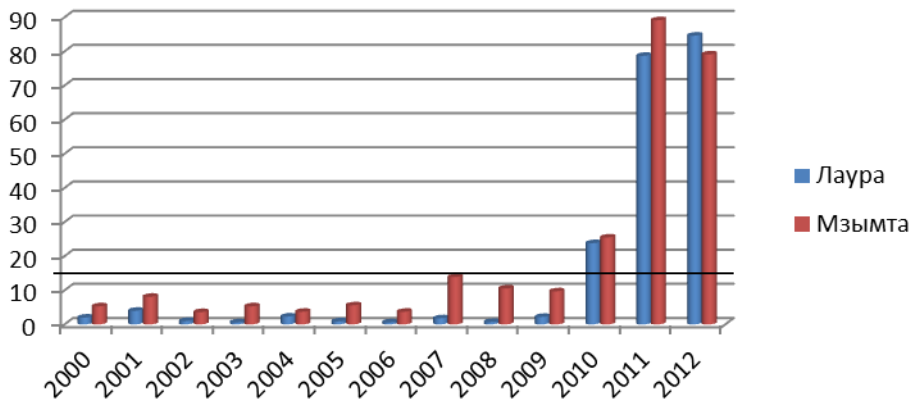
**Взвешенные вещества в воде рек Лаура и Мзымта, мг/дм<sup>3</sup>**



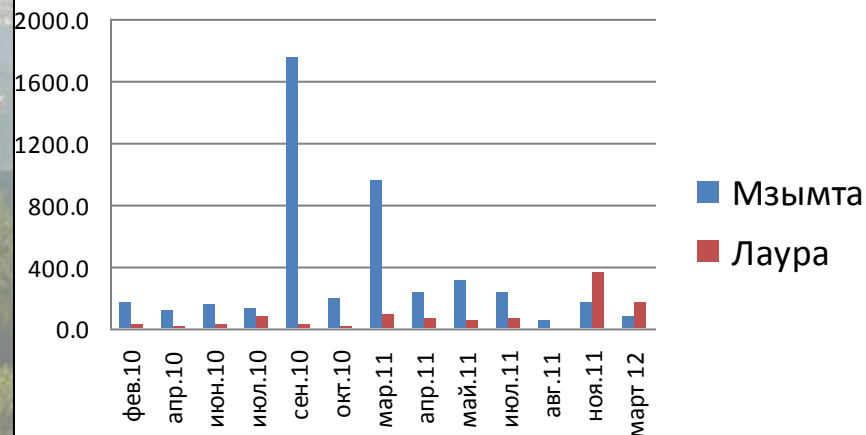
В 2010-12 годах наблюдается значительный рост уровня загрязнения вод рек Лаура и Мзымта по таким показателям, как взвешенные вещества и химическое потребление кислорода (ХПК).

Концентрации взвешенных веществ в горных реках имеют значительные колебания в зависимости от сезона

**Химическое потребление кислорода (ХПК) в воде рек Лаура и Мзымта, мг/дм<sup>3</sup>**



**Сезонные изменения концентрации взвешенных веществ, мг/дм<sup>3</sup>**







## Результаты опытной эксплуатации.

### Биота

(по данным ФГУ «Сочинский Национальный парк»):

- **Лесные территории.** Наблюдается сокращение лесных биотопов в связи со строительными работами. На территории горнолыжного комплекса «Горная Карусель» и «Роза-Хутор» **воздействие антропогенного фактора заметно сказалось на прирусловом ольшанике.** На территории всех горнолыжных комплексов в 2011 г. ухудшилось состояние граба обыкновенного.

- **Птицы.** Плотность населения птиц на территории горнолыжного комплекса ОАО «Газпром» снизилась в 2011 г. почти вдвое по сравнению с 2010 г., а на территории ГК «Роза-Хутор» **значительно повысилась**; это свидетельствует о нестабильности местообитаний, вызванных антропогенным изменением ландшафта.

- **Травянистые виды растений.** На территории горнолыжного комплекса «Горная Карусель» в результате 4-летних наблюдений показано, что происходит смена растительности в связи со строительными работами.



- **Крупные и средние млекопитающие.**

Период наблюдений, включая 2011 г., показал, что в связи с освоением долины р.Мзымта, склонов хребтов Аибга и Псехако **произошла откочевка крупных млекопитающих на 3-4 км в сторону Главного Кавказского хребта и восточнее, также на территорию Кавказского заповедника.**



- **Герпетофауна.** В районе всех трех горнолыжных комплексов по результатам мониторинга в 2011 г. **наблюдалось незначительное сокращение численности отдельных видов амфибий и рептилий в связи с антропогенным воздействием.**



# Результаты опытной эксплуатации. Внедрение современных методик анализа ЛОС в химико-аналитической лаборатории ФГБУ «СЦГМС ЧАМ»:



Апробация и внедрение современных методик анализа  
загрязняющих веществ в объектах природной среды:

- определение **карбонильных соединений** (15 веществ)  
методом высокоэффективной жидкостной хроматографии с отбором проб на импрегнированные твердые сорбенты

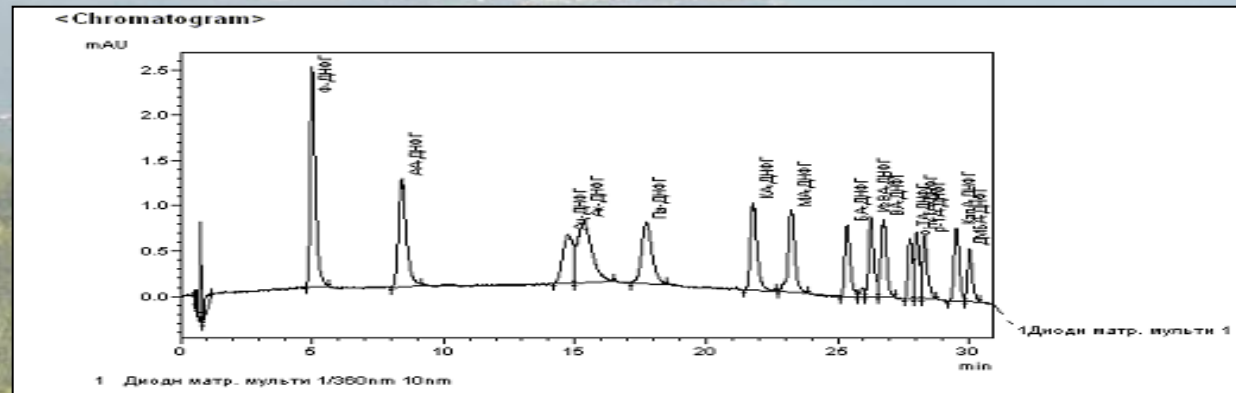


хроматограф Shimadzu LC-20

хроматограф Agilent Technologies  
7890A с термодесорбером UNITY 2



- определение **ароматических углеводородов** (8 веществ)  
методом капиллярной газовой хроматографии с отбором проб на полимерные твердые сорбенты с последующей термодесорбцией и анализом.

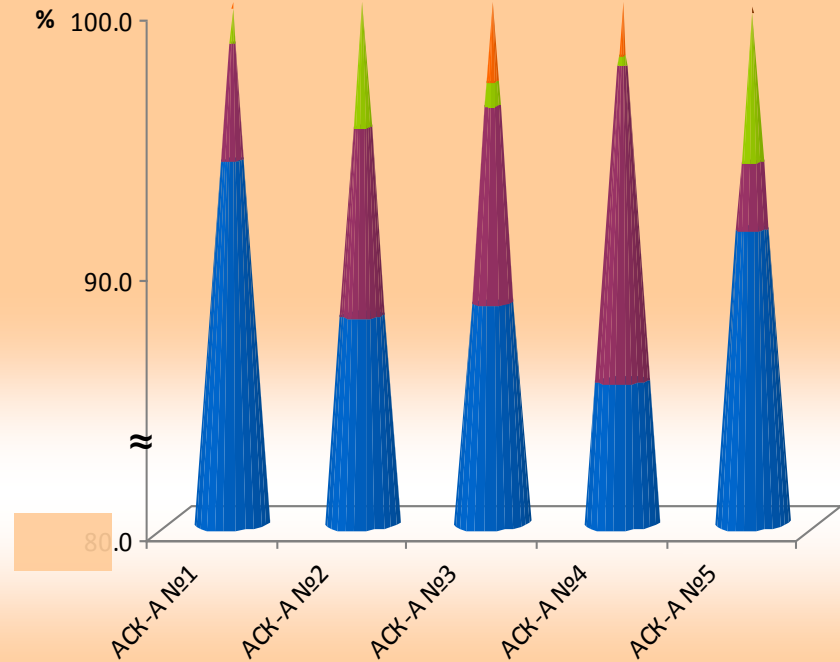


Хроматограмма раствора смеси 2,4-динитрофенилгидра-зонов карбонильных соединений с массовой концентрацией каждого компонента  $0,05 \text{ мкг/см}^3$

# Результаты опытной эксплуатации. Техническое состояние системы- контроль атмосферного воздуха:



## Полнота данных (среднее)

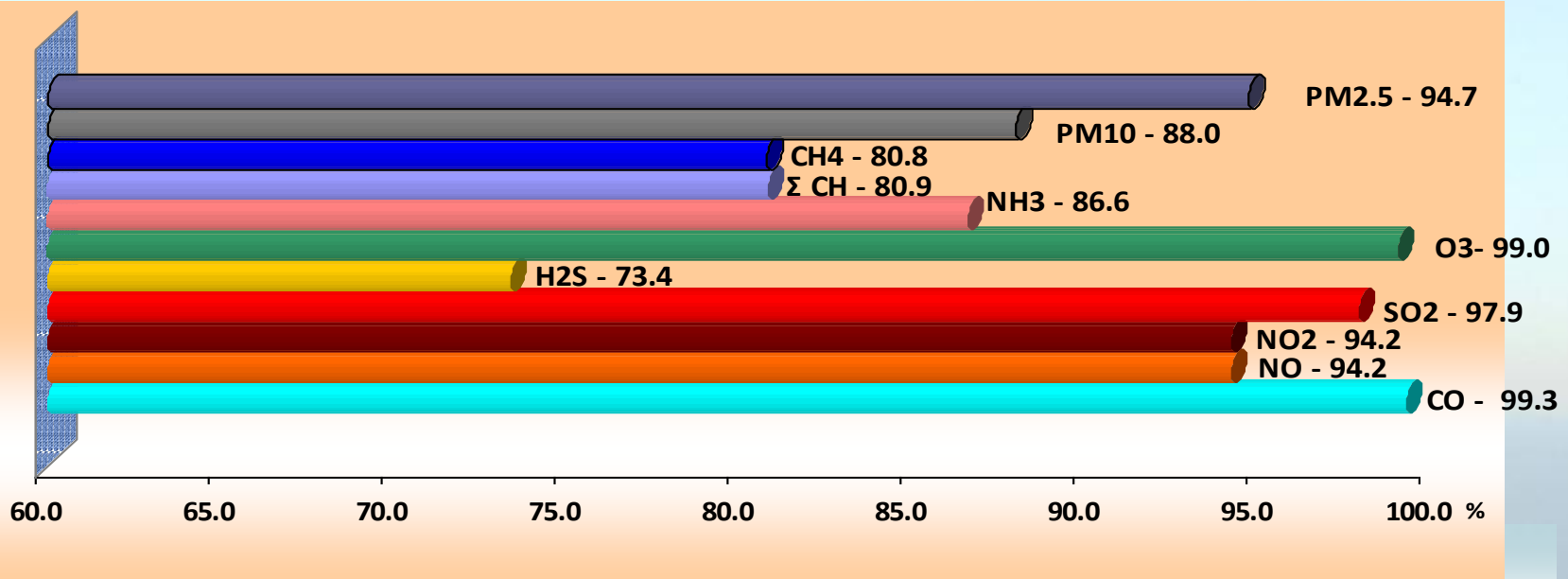


### Полнота данных (%)

Расположение	АСК-А	данные	отказ оборудования	сервисные работы	отказ питания
ул. Цветной бульвар	АСК-А №1	93.9	4.5	1.3	0.3
Красная поляна	АСК-А №2	87.9	7.2	4.8	0.1
Имеретинская низм.	АСК-А №3	88.5	7.5	0.9	3.1
ул.Я.Фабрициуса	АСК-А №4	85.5	12.1	0.4	2.1
кордон Лаура	АСК-А №5	91.3	2.5	5.7	0.3
	среднее	89.4	6.8	2.6	1.2



# Результаты опытной эксплуатации. Техническое состояние системы- контроль атмосферного воздуха: Полнота данных по каналам (среднее), %



Полнота данных по каналам, %

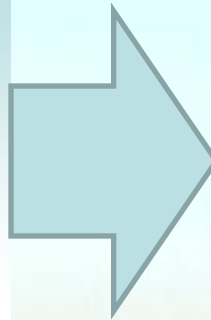
АСК-А	CO	NO	NO2	SO2	H2S	O3	NH3	Σ CH	CH4	PM10	PM2.5
АСК-А №1 ул. Цветной бульвар	98.7	98.9	98.9	99.6	67.3	98.2	93.4	99.6	99.6	87.5	98.7
АСК-А №2 Красная поляна	99.8	95.5	95.5	94.8	94.4	99.5	92.3	81.4	81.5	60.2	80.1
АСК-А №3 Имеретинская низм.	99.3	82.6	82.6	98.9	89.4	99.2	85.0	81.1	80.7	94.3	96.8
АСК-А №4 кордон Лаура	98.7	94.2	94.2	96.9	21.5	98.4	94.9	73.8	73.7	98.3	98.6
АСК-А №5 ул.Я.Фабрициуса	99.9	99.9	99.9	99.6	94.5	99.8	67.4	68.4	68.4	99.7	99.3
среднее	99.3	94.2	94.2	97.9	73.4	99.0	86.6	80.9	80.8	88.0	94.7



# Результаты опытной эксплуатации. Сравнение данных дискретного и непрерывного отбора проб атмосферного воздуха:



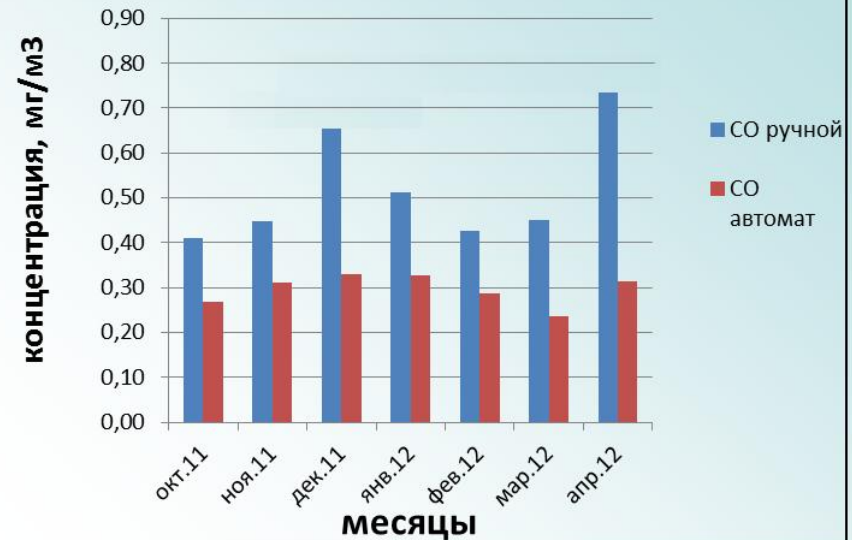
Анализ данных дискретного отбора проб с последующим анализом химическими методами в лаборатории и непрерывного контроля с использованием газоанализаторов показывает удовлетворительную сходимость



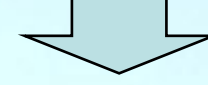
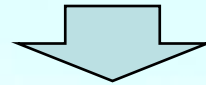
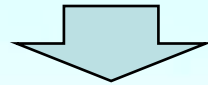
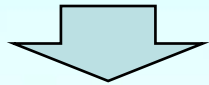
### Сравнение данных ручного отбора и автоматических станций по аммиаку (г.Сочи, пост №4)



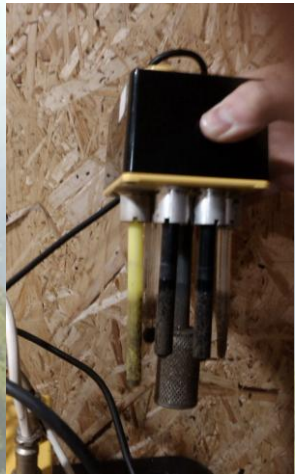
### Сравнение данных автоматического и ручного отбора на оксид углерода (Сочи, пост №1, среднемесячные значения, октябрь 2011-апрель 2012 г.)



## Зависимость значений контролируемых показателей:



### • **технические возможности станции**



• **факторы внешней среды** (температура, стабильность электроэнергии, наличие твердых и взвешенных частиц в воде, ионный состав и др.)



• **техническое обслуживание станции** (удаленность, калибровка датчиков на месте эксплуатации)



• **методическая составляющая** (влияние негативных факторов – отложение взвешенных частиц, «обрастание» измерительных блоков, подбор калибровочных коэффициентов и пр.)

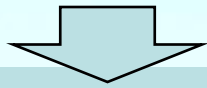




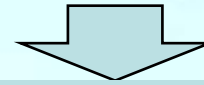
# Результаты опытной эксплуатации. Контроль сопоставимости данных поверхностных вод:



Сопоставление данных непрерывных измерений с результатами периодического лабораторного контроля показывает:



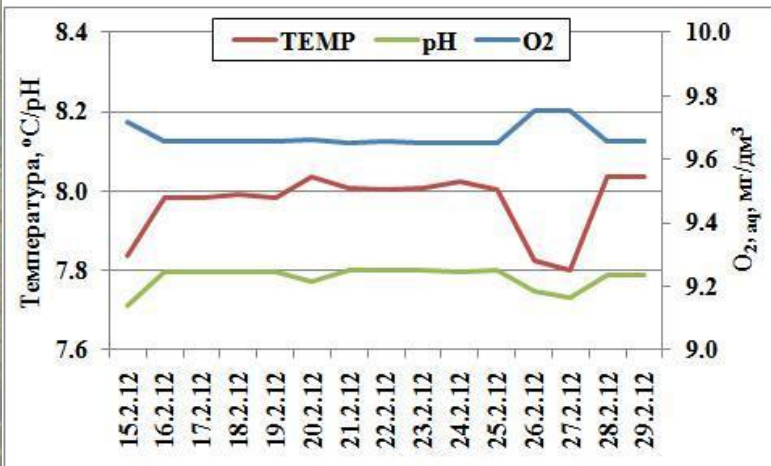
**Высокую надежность измерений характеристик качества воды р. Мзымта** - обобщенных показателей качества воды (температура, водородный показатель pH, окислительно-восстановительный потенциал Eh, мутность, удельная электропроводность, растворенный кислород, УФ-поглощение).



**Низкую надежность измерений конкретных загрязняющих веществ** (хлориды, аммоний, нитраты, фториды, калий, кальций)

Причина: Низкий уровень концентраций этих веществ в воде – низкая чувствительность ионоселективных электродов.

Перспективы дальнейшего использования - возможность обнаружения и контроль повышенных концентраций этих ионов в воде в случае их внезапного появления.





## Выводы и рекомендации.

### Оценка результатов опытной эксплуатации СКЭМ:

- 1. Опытная эксплуатация СКЭМ в г. Сочи в целом проходит с положительными результатами.**
- 2. Для перехода к промышленной эксплуатации необходимо:**
  - расширение области аккредитации ФБГУ «СЦГМС ЧАМ» с учетом вновь вводимого оборудования;
  - оптимизация состава автоматических гидрохимических станций с измерением гарантированного числа физических показателей по качеству вод: температура, водородный показатель рН, окислительно-восстановительный потенциал Eh, мутность, электропроводность, кислород.
- 3. При создании систем аналогичного типа необходимо:**
  - Решение вопросов привлечения и подготовки квалифицированных кадров.
  - Предъявление более высоких технических требований к системам жизнеобеспечения автоматических станций (резервное питание, аварийный обогрев в зимнее время).
  - Выбор надежного оборудования с периодичностью технического обслуживания не чаще 1 раза в 2 недели.
  - Оптимизация состава автоматических станций (воздух) с измерением гарантированного числа физических показателей по качеству воздуха: оксид азота, диоксид азота, диоксид серы, оксид углерода, озон, пыль фракций 10 и 2,5, сероводород, аммиак, метан, сумма углеводородов.
  - Решение методических вопросов в области гидрохимии, связанных факторами, влияющих на качество измерений.
  - Обеспечение удаленного доступа к станции (Интернет).
  - Обеспечение дополнительными каналами связи (2 и более оператора сотовой связи).
  - Обязательное наличие 1 резервного комплекта оборудования и ЗИП.
  - Для удаленных и труднодоступных мест применять мобильные экологические лаборатории.



**СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!**

