

Аналитическая записка

Концепция системы экологического мониторинга
на территории Инновационного Центра «Сколково»

ООО «СОМОВ Конструкторское Бюро»

Москва 2019 г.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ

1. Качество атмосферного воздуха в Москве
2. Краткий обзор экологической обстановки в ИЦ Сколково
3. Рекомендации по мониторингу на территории ИЦ «Сколково»
 - 3.1 Мониторинг атмосферного воздуха
 - 3.2 Мониторинга воздуха в зданиях
4. Аналитика и использование полученных данных
5. Рекомендации к программно-аппаратному комплексу
6. Затраты на организацию системы мониторинга
7. Результаты внедрения системы мониторинга

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1. Информационный бюллетень. *Бюллетень загрязнения окружающей среды московского региона за 2018 г. Федеральное государственное бюджетное учреждение «Центральное управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды» (ФГБУ «Центральное УГМС»)*

Приложение 2. Аналитический обзор. *Тенденции и динамика загрязнения окружающей среды Российской Федерации по данным многолетнего мониторинга за последние 10 лет. Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (РОСГИДРОМЕТ)*

ИНФОРМАЦИОННЫЕ РЕСУРСЫ

<http://www.meteorf.ru>

<http://aqicn.org>

<http://ecomos.ru>

<http://mosecom.ru>

<https://vozdyx.ru>

Ресурсы, содержащие данные о загрязнении воздуха в разных странах

<http://www.airparif.asso.fr> – Париж <http://www.epd.gov.hk/epd> - Гонконг

<http://www.slb.mf.stockholm.se/> - Стокгольм

<http://uk-air.defra.gov.uk> – Лондон

<http://www.stadtentwicklung.berlin.de/> - Берлин

<http://www.dec.ny.gov/admin/messages/404oldsite.html> - Нью-Йорк

<http://www.chmi.cz> – Прага bjmemc.com.cn - Пекин

<http://www.havaizleme.gov.tr/Default.ltr.aspx> - Стамбул

<http://www.kankyo.metro.tokyo.jp/> - Токио

<http://www.aire.df.gob.mx/default.php?opc=Z6Bhnml> = Мехико

ВВЕДЕНИЕ

Качество воздуха оказывает основное воздействие на продолжительность жизни и здоровье человека. Наличие во вдыхаемом воздухе частиц пыли и ядовитых газов является причиной широкого спектра патологий жизненно важных органов и развития психических нарушений.

Для городских жителей проблема загрязнения воздуха является наиболее актуальной. Вредные вещества содержатся в выбросах промышленных предприятий, выхлопных газах автомобилей, выделяются строительными материалами и предметами внутри помещений.

В мировой практике (См. Таблица 1) для оценки качества городского воздуха используются данные об уровне концентраций 5 основных загрязнителей, указанных в Таблице 2.

Таблица 1. Сравнение перечня контролируемых загрязняющих веществ в разных странах

Страна	O3	PM 2,5	CO	SO2	NO2	Восстановл. соед. серы	Pb	HCOH
США	+	+	+	+	+			
Канада	+	+	+	+	+	+		
Франция	+	+		+	+			
Великобритания	+	+		+	+			
Бельгия	+	+		+	+			
Китай		+		+	+			
Индия	+	+	+	+	+			
Гонконг	+	+	+	+	+		+	
Австралия	+	+	+	+	+			
Россия	+	+	+		+			+

Таблица 2. Основные загрязнители атмосферного воздуха

Вещество\частицы	Формула\параметр	Класс опасности	Краткое описание
Приземный Озон	O3	1	Газ синего цвета с резким характерным запахом
Диоксид азота	NO2	2	бурый газ с удушливым запахом
Диоксид серы	SO2	3	Бесцветный газ с характерным резким запахом
Оксид углерода	CO	4	Газ без цвета и запаха
Частицы пыли	PM 2,5 PM 10	3	Взвешенные в воздухе твёрдые мелкие частицы

В зависимости от текущей степени загрязнения, принимаются различные меры по защите здоровья, среди которых:

- ограничение физических нагрузок на открытом воздухе
- использование респираторных масок
- временное перемещение в экологически благополучные районы

Помимо городского воздуха, огромное влияние на здоровье человека оказывает воздух внутри помещений, который в несколько раз грязнее и токсичней уличного. Это связано с ядовитыми выделениями из бетона, отделочных материалов, мебели и большим количеством частиц пыли.

В воздухе помещений присутствуют 5 основных загрязнителей (Таблица 3), опасные концентрации которых можно снизить профилактическими мероприятиями, среди которых проветривание, фильтрация воздуха и влажная уборка.

Таблица 3. Основные загрязнители воздуха помещений

Вещество\частицы	Формула\параметр	Класс опасности	Краткое описание
Формальдегид	HCOH	1	Бесцветный газ с резким запахом
Аммиак	NH ₃	2	Бесцветный газ с резким удушливым запахом и едким вкусом
Летучие органические соединения (VOC)	C ₇ H ₈ C ₈ H ₁₀ C ₆ H ₆	3	газы с характерным резким запахом
Двуокись углерода	CO ₂	-	Бесцветный газ с кисловатым запахом
Частицы пыли	PM 2,5 PM 10	3	Взвешенные в воздухе твёрдые мелкие частицы

1. Качество атмосферного воздуха в Москве

Контроль атмосферного воздуха в Москве осуществляется по 5 примесям, выбранным в качестве приоритетных (см. Таблицу 4)

Таблица 4. Приоритетные загрязнители воздуха Москвы, выбранные для контроля

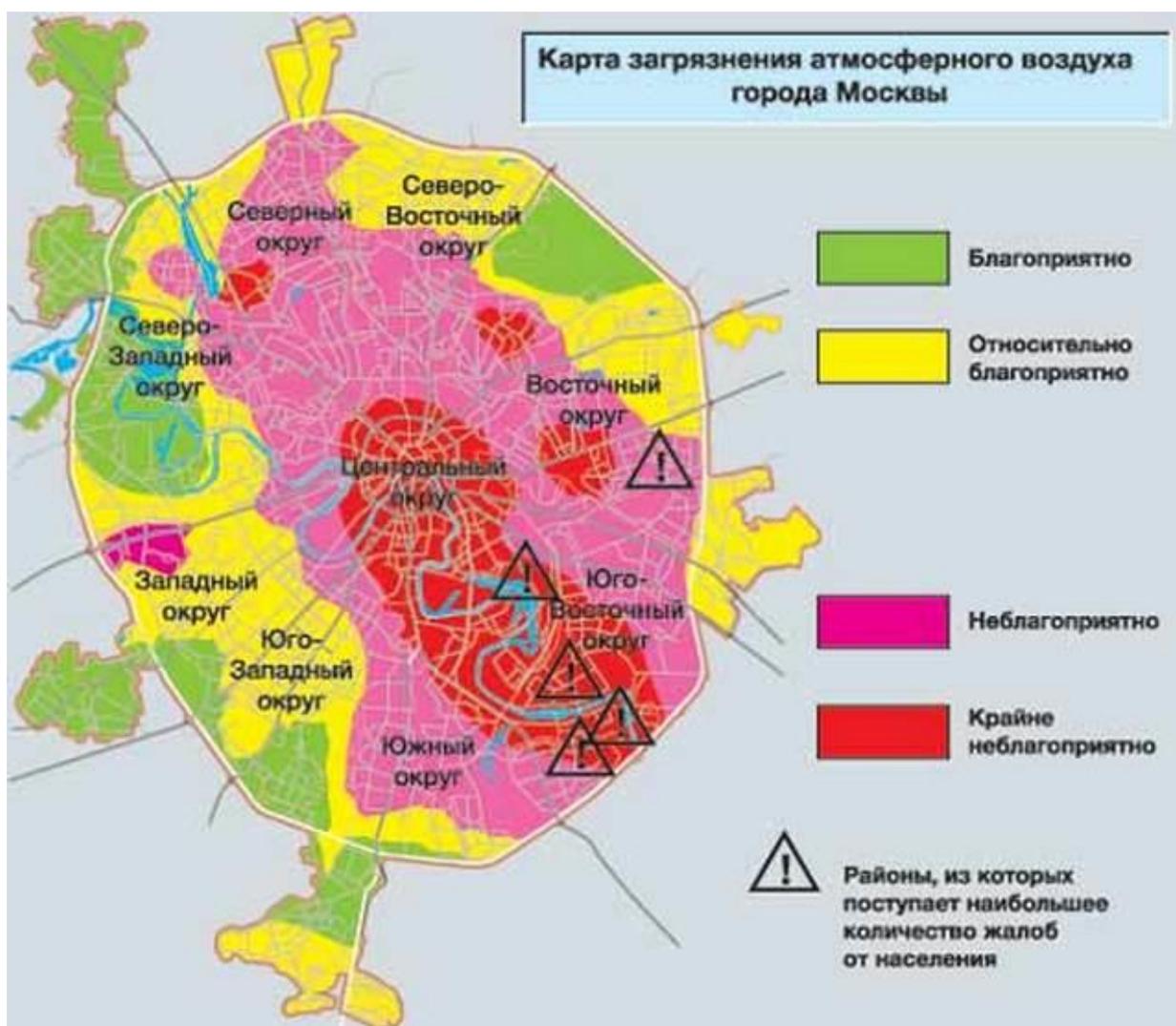
Вещество\частицы	Формула\параметр	Класс опасности	Краткое описание
Формальдегид	HCOH	1	Бесцветный газ с резким запахом
Диоксид азота	NO ₂	2	бурый газ с удушливым запахом
Аммиак	NH ₃	2	Бесцветный газ с резким удушливым запахом и едким вкусом
Оксид углерода	CO	4	Газ без цвета и запаха
Частицы пыли	PM 2,5 PM 10	3	Взвешенные в воздухе твёрдые мелкие частицы

По данным центрального управления по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (ФГБУ «Центральное УГМС») в 2014 - 2018 гг. в Москве сохраняется повышенная и высокая степень загрязнения атмосферного воздуха. Превышение Предельно Допустимой Концентрации фиксируется по трём веществам.

Диоксид азота	1,6 ПДК
Формальдегид	1,2 ПДК
Аммиак	1,2 ПДК

На Рисунке 1 показана карта загрязнения атмосферного воздуха Москвы.

Рисунок 1



2. Краткий обзор экологической обстановки на территории ИЦ Сколково

ИЦ «Сколково» располагается в экологически благополучном районе на Западе Москвы. На благоприятную экологическую обстановку влияет меньшее количество промышленных предприятий (см. Рис. 2), рельеф местности и преобладающее направление ветра (см. Рис. 3). Основным источником загрязнений являются проходящие вблизи транспортные магистрали. Высокие концентрации опасных веществ наблюдаются

в основном, при специфических погодных условиях и в период лесных и торфяных пожаров.

Рисунок 2. Выбросы вредных веществ в атмосферу Москвы и Московской области

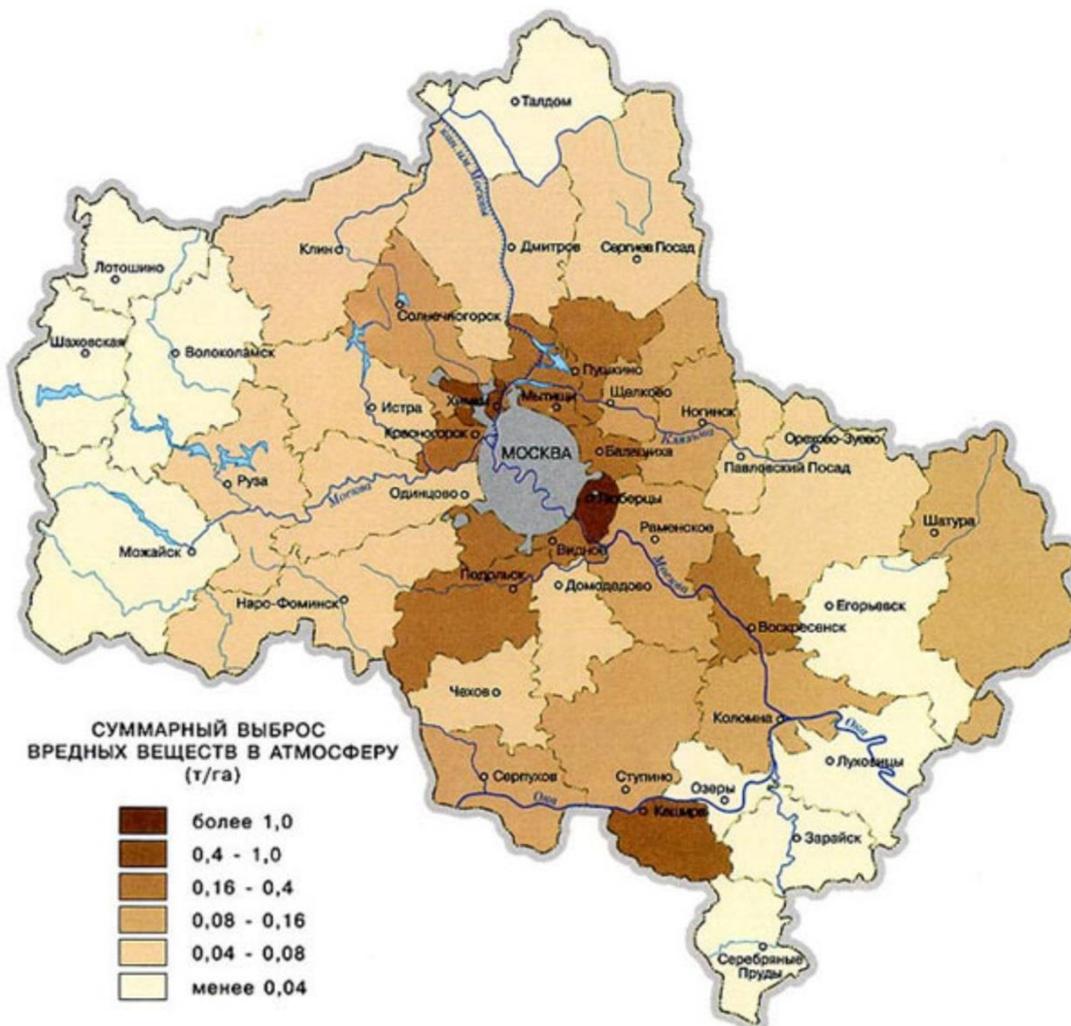


Рисунок 3. Роза ветров

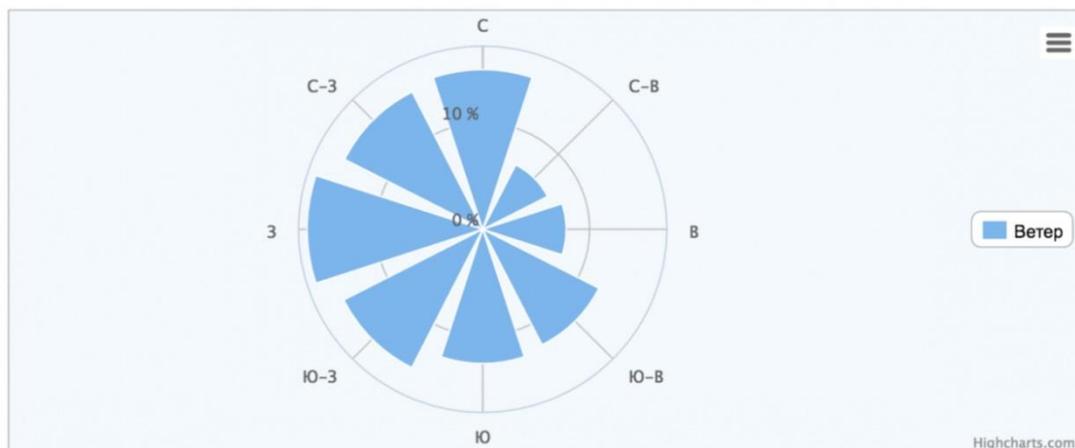


График ветра (направление - откуда дует ветер) в Москве, с усредненными значениями согласно нашим данным.

С ▼ Северный	С-В ▲ Северо-Вост...	В ◀ Восточный	Ю-В ▼ Юго-Восточн...	Ю ▲ Южный	Ю-З ◀ Южный-Запа...	З ▶ Западный	С-З ▲ Северо-Запа...
15%	6.8%	7.8%	12.2%	12.6%	14.6%	16.4%	14.5%

3. Рекомендации по мониторингу на территории ИЦ «Сколково»

Учитывая аналитические данные Мосэкомониторинг, Мосгидрометцентр а также данные, полученные от регистраторов Технопарка Сколково, рекомендуется мониторинг 8 приоритетных загрязнителей и 3 основных параметров, на территории и в зданиях Инновационного Центра (См. Таблицы 5,6,7).

Таблица 5. Территория (мониторинг 6 приоритетных веществ)

Загрязнитель	Класс опасности	Источник загрязнителя	Влияние на здоровье
PM _{2,5-10}	3	транспорт, ветровая эрозия, космическая пыль	накапливается в легких и практически не выводятся из организма. Большие дозы могут привести к проблемам сердечно-сосудистой системы.
НСОН	2	выхлопные газы автотранспорта, газотурбинных двигателей самолетов, лесные пожары, сжигание мусора, выделениях животных.	накапливаемые мутации органов, головные боли, утомление и подавленность, депрессия, затрудненное дыхание, головная боль, астматические приступы.
NO ₂	3	тепловые электростанции и сжигание топлива в двигателях автомобилей	респираторные заболевания. Усиление действия канцерогенных веществ, способствующих возникновению злокачественных новообразований.
NH ₃	4	металлургические предприятия, химические производства	поражение глаз, дыхательных путей, одышка и воспаление легких
СО	4	выхлопные газы автотранспорт, лесные пожары, горение бытового мусора	препятствует поступлению кислорода в кровь и снабжению им органов. Вызывает физиологические и патологические изменения
O ₃	1	химическая реакция под действием солнечного излучения.	сильный окислитель, который способствует развитию окислительного стресса. Вызывает кашель, одышку, раздражение дыхательных путей.

Таблица 6. Здания (мониторинг 5 приоритетных веществ)

Загрязнитель	Класс опасности	Источник загрязнителя	Влияние на здоровье
PM _{2,5-10}	3	транспорт, ветровая эрозия, космическая пыль	накапливается в легких и практически не выводятся из организма. Большие дозы могут привести к проблемам сердечно-сосудистой системы.
НСОН	2	смолы композитных изделий из древесины, строительные материалы, клеи, краски, лаки, покрытия, удобрения и консерванты.	раздражение кожи, глаз, носа и горла. Высокие уровни воздействия формальдегида вызывает некоторые виды рака.
VOC		краски, клеи, растворители, лаки, удобрения, яды против вредителей	заболевания почек и печени, заболевания нервной системы и раковые опухоли
NH ₃	4	бетонные конструкции	поражение глаз, дыхательных путей, одышка и воспаление легких
CO ₂		выдыхаемый воздух	утомление, затруднение дыхания, тошнота, головная боль, критическое снижение работоспособности, потеря сознания.

Таблица 7. Основные метеорологические параметры и параметры микроклимата

Температура воздуха	Влажность воздуха	Атмосферное давление
---------------------	-------------------	----------------------

3.1. Мониторинг атмосферного воздуха

В соответствии с существующими требованиями, количество автономных постов экологического мониторинга определяется численностью населения города, из расчёта, минимум 1 пост на 50 тыс. жителей. Однако, для возможности глубокой аналитики и построения прогнозов загрязнения атмосферного воздуха, необходимо использование большего количества станций. Предлагается использование не менее 7 станций, расположенных в приоритетных точках ИЦ «Сколково» (Рис. 4)

Рисунок 4. Точки расположения станций мониторинга



3.2. Мониторинг воздуха в зданиях ИЦ Сколково

В воздухе помещений могут содержаться различные загрязнители. Состав воздуха помещений определяется газовым составом приточного атмосферного воздуха и веществами-загрязнителями, выделяющимися внутри помещений и составляющими от 65 до 80% от общего загрязнения. Качество воздуха внутри помещений в большей степени влияет на здоровье, работоспособность и комфорт т.к. человек проводит в помещениях около 80% времени. Таким образом, контроль качества воздуха в помещениях можно считать приоритетным направлением мониторинга. Рекомендуется установка станций мониторинга во всех помещениях с постоянным пребыванием людей, в том числе:

- Технопарк
- Амальтея
- Международная гимназия
- Сколтех
- Здание международного медицинского кластера
- Группа зданий по ул. Нобеля,5
- Гиперкуб
- Матрёшка

4. Аналитика и использование полученных данных

Станции экологического мониторинга, мониторинга метеорологических параметров и микроклимата представляют ценный источник статистических данных для прогнозирования неблагоприятных ситуаций, построения эффективных моделей управления инженерными системами и реализации концепции «Умный город».

Кроме того, массив данных будет крайне полезен как источник информации, для исследований в области экологии и математического моделирования.

5. Рекомендации к программно-аппаратному комплексу

Для организации системы экологического мониторинга предлагается использование автономных станций GRAVITON MultiSensor MS-500, позволяющих в режиме реального времени передавать данные о параметрах воздуха и содержании в нём вредных веществ. Питание станций может осуществляться от сети 220 в. или встроенного автономного источника питания. Данные передаются на заданный сервер по каналам операторов мобильной связи в сетях 2g, LTE, Nb IoT, а также через сети Wi-Fi и Ethernet соединения. В Таблице 8 приведены параметры, измеряемые станцией. Дополнительно к станции могут быть подключены датчики качества воды, направления и силы ветра, количества осадков, солнечной активности, звукового давления и других параметров.

Таблица 8.

№	Параметр	Единица измерения	Диапазон значений	Допустимая погрешность
1	Температура воздуха	С°	-40 ... +125	±3%
2	Влажность воздуха	%	0.0 – 100.0	±3%
3	Атмосферное давление	kPa	26-126	±0,1kPa
4	Качество воздуха VOC по Н	ppb	0 – 25 000	±10% *
5	CO ₂	ppm	0 – 5000	±10% *
6	CO	ppb	0 – 40 000	±10% *
7	O ₃	ppb	0 – 7 000	±10% *
8	NO ₂	ppb	0 – 5 000	±10% *
9	НСОН	ppb	0 – 5 000	±10% *
10	NH ₃	ppb	0 – 28 000	±10% *
11	Освещённость	Lux	0 – 1000	±5%
12	Запылённость PM 1 / PM 2,5 / PM 10	мкг/м ³	0 – 1000	±10%

Станции MultiSensor MS-500 выполнены в компактном моноблочном исполнении и в зависимости от Задачи (наблюдение внутри зданий или наружное наблюдение) будут содержать необходимый набор датчиков и соответствующую защиту. Внешний вид станции показан на Рисунке 5.

Рисунок 5. Внешний вид и размеры автономной станции MultiSensor MS-500



Программный комплекс будет позволять анализировать полученные данные, строить прогнозы развития неблагоприятных экологических ситуаций, генерировать команды для управления системами автоматике и формировать отчёты. Демонстрационный ресурс размещён по адресу <http://ibsu.ru> (Станция мониторинга размещается на территории ТП)

6. Затраты на организацию системы экологического мониторинга

Затраты на систему складываются из общего количества станций, при этом основное количество приходится на помещения, из-за необходимости получения объективных данных при зонировании внутри зданий.

Таблица 9. Стоимость системы экологического мониторинга ИЦ Сколково

Оборудование	Стоимость	Кол-во	Цена	Примечание
Станция уличная MS-500P	355 000 руб.	7	2 485 000 руб.	Цена при максимальной комплектации
Станция внутренняя MS-500	280 000 руб.	80	22 400 000 руб.	Цена при максимальной комплектации
ПО для получения, обработки и визуализации данных	-	-	-	Входит в стоимость оборудования и отдельно не учитывается
ИТОГО			24 885 000 руб.	Цена сформирована исходя из предполагаемого количества станций

7. Результаты внедрения системы экологического мониторинга

Экологический и метеорологический мониторинг решит следующие задачи, непосредственно влияющие на уровень экологического благополучия и привлекательность Инновационного Центра «Сколково»

1. Информирование о загрязнениях воздушного бассейна и прогнозирование загрязнений для принятия пассивных мер защиты от негативного воздействия вредных веществ.
2. Реализация права на экологическое благополучие в соответствии с 42 статьей конституции РФ и Федеральным законом от 04.05.1999 N 96-ФЗ "Об охране атмосферного воздуха"
3. Повышение качества жизни и производительности труда проживающих, обучающихся и работающих на территории ИЦ Сколково.
4. Снижение концентрации частиц пыли и токсичных газов в зданиях и помещениях путём интеграции систем мониторинга с инженерными системами зданий и проведения соответствующих мероприятий.
5. Повышение эффективности инженерных систем, снижение затрат на потребление энерго ресурсов и повышение комфорта пребывания в зданиях и помещениях.
6. Использование исходных данных для исследований, проводимых студентами ВУЗов.