



of ecological additional burden.....	140
<i>RULES FOR THE AUTHORS</i> .....	143

## ОБЩИЕ ВОПРОСЫ

УДК 504.3.064

### ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОМПЛЕКСНЫХ (СВОДНЫХ) РАСЧЕТОВ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ВОЗДЕЙСТВИЯ ВЫБРОСОВ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ ПРИ УПРАВЛЕНИИ КАЧЕСТВОМ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА

© 2009. Волкодаева М.В., Канчан Я.С.  
ФГУП «НИИ Атмосфера»

Статья посвящена методологии комплексных (сводных) расчетов показателей воздействия выбросов загрязняющих веществ (ЗВ) и использованию их результатов при управлении качеством атмосферного воздуха. Подчеркивается, что атмосферный воздух, как никакой другой компонент среды обитания, требует управления действиями по его охране на уровне городов. Описываются задачи управления, в которых учитываются требования охраны атмосферного воздуха и используются комплексные расчёты.

The article looks into the methodology of combined calculation of the indexes of influence of pollutants' emission and into the application of the results of such calculations when managing atmospheric air quality. It is emphasized that the atmospheric air, like no other component of the environment, requires a city-level management of activities aimed at air protection. Objectives for the air quality management at a city level are described, with the key requirements for the air protection taken into account and combined calculations applied.

**Ключевые слова:** загрязняющие вещества, управление качеством воздуха, комплексные расчеты.

**Введение.** Экологическая оценка условий жизнедеятельности людей становится всё более востребованной и распространяется на всё более широкий круг компонентов среды обитания. При выборе людьми места проживания и работы, продуктов питания, одежды, бытовых приборов и т.д. всё большую, а, иногда, и определяющую роль играют экологические требования. В торговле, особенно международной, всё более жесткие требования предъявляются к соблюдению экологических стандартов при производстве продукции и сырья.

Требования к качеству атмосферного воздуха отличаются от экологических требований ко многим другим компонентам среды обитания тем, что для большинства жителей городов выполнение этих требования в индивидуальном порядке практически невозможно. Действительно, отдельный человек может купить продукты, воду, одежду и бытовые приборы, удовлетворяющие определённым гигиеническим стандартам, но, вряд ли, в быту могут получить широкое распространение противогазы и маски, обеспечивающие необходимую чистоту вдыхаемого воздуха. Использование бытовых воздухоочистителей связано с ощутимыми расходами на их приобретение, установку и эксплуатацию и сопряжено с рядом побочных эффектов, которые часто могут вызвать сомнения в целесообразности их применения.



Атмосферный воздух, как никакой другой компонент среды обитания, требует управления действиями по его охране на уровне городов и других населенных пунктов (далее, городов).

Эффективность такого управления обеспечивается *“научной обоснованностью, системностью и комплексностью подхода к охране атмосферного воздуха...”* [15. ст. 3], а именно, *“научно обоснованным сочетанием экологических, экономических и социальных интересов человека, общества и государства в целях обеспечения устойчивого развития и благоприятной окружающей среды”* [16. ст. 3].

Одним из необходимых инструментов реализации указанных принципов являются комплексные (сводные) расчёты показателей воздействия выбросов загрязняющих веществ (ЗВ) от объектов города на качество атмосферного воздуха.

Комплексные (сводные) расчёты показателей воздействия выбросов загрязняющих веществ (ЗВ) от объектов города на качество атмосферного воздуха – это такие расчёты, в которых используется информация о выбросах ЗВ от всех источников загрязнения атмосферы (ИЗА) группы объектов. Наибольшее распространение получили сводные расчёты с использованием данных о выбросах ЗВ от всех объектов (предприятий, и т.д.) и автотранспорта, расположенных на территории определённого города (региона) или промузла [6, 7, 13].

**Задачи управления, при решении которых используются комплексные расчёты показателей воздействия выбросов ЗВ от объектов города на качество атмосферного воздуха.** Задачи управления, в которых учитываются требования охраны атмосферного воздуха, могут различаться как по целям, так и по учитываемым требованиям и ограничениям [1]. С точки зрения различий целей и ограничений можно условно разделить задачи управления, в которых учитываются требования охраны атмосферного воздуха и используются комплексные расчёты, на два вида:

а) те, целью которых является общее для города или локальное снижение или ограничение загрязнения атмосферного воздуха, а технические, финансовые и другие условия учитываются в качестве ограничений; будем называть их *задачами управления качеством атмосферного воздуха*;

б) те, в которых требования охраны атмосферы являются необходимыми ограничениями при достижении основных для этих задач целей управления; такими целями могут быть, в частности:

- оптимизация размещения производительных сил и транспортных потоков;
- разработка схем регулирования транспортных потоков и режимов работы предприятий;
- оптимизация распределения ресурсов между объектами города;
- планирование размещения жилой, социально-культурной, производственной и прочей застройки;
- распределение платы между объектами за проведение общегородских (общих для промузла) воздухоохраных мероприятий;
- обоснование разрешений на строительство новых объектов;
- выдача лицензий на занятие определёнными видами деятельности и др.

Для того, чтобы лучше понять место и роль сводных расчётов при управлении как качеством атмосферного воздуха, так и функционированием и развитием объектов и городов, выделим основные этапы процесса управления:

1. Диагноз состояния управляемой системы.
2. Планирование управляющих воздействий (УВ).
3. Реализация управляющих воздействий.
4. Контроль результатов (действенности) управления и выработка решений о необходимости дополнительных управляющих воздействий.

Сводные расчёты могут быть использованы на первом, втором и четвёртом этапах процесса управления. Они могут быть применены как непосредственно для определения значений характеристик воздействия выбросов ЗВ от объектов на качество атмосферного воздуха, так и в составе более общих, комплексных, оценок воздействия антропогенных объектов на окружающую среду, например, при социально-гигиеническом мониторинге среды обитания человека [9].



Содержание каждого из этапов управления и способ применения на этом этапе сводных (комплексных) расчётов определяются целями управления, выбранными способами их достижения, характером исходных данных, используемых для расчётов.

**Применение комплексных расчётов на этапе диагноза воздействия выбросов ЗВ от объектов города на загрязнение атмосферного воздуха.** При решении задач управления качеством атмосферного воздуха, результаты диагностических расчётов могут быть использованы для:

- оценки состояния загрязнения атмосферы города и его отдельных территорий с целью принятия решений о необходимости управляющих воздействий на объекты – источники загрязнения атмосферы;
- зонирования территории города по степени загрязнённости атмосферы;
- выделения территорий, приоритетных с точки зрения необходимости принятия мер по улучшению качества атмосферного воздуха;
- ранжирования объектов и ЗВ по степени их негативного влияния на качество атмосферного воздуха города и его отдельных территорий;
- выделения объектов и ЗВ, приоритетных с точки зрения их негативного воздействия на атмосферный воздух;
- определения необходимой степени снижения негативного воздействия выбросов ЗВ от конкретных объектов на качество атмосферного воздуха;
- распределения между объектами расходов, связанных с производимым ими загрязнением атмосферы (например, в последние годы всё более актуальной становится задача распределения расходов, связанных с созданием единой санитарно-защитной зоны вокруг группы объектов [14], между владельцами этих объектов);
- определения необходимости перераспределения транспортных потоков с целью снижения локального загрязнения атмосферного воздуха отдельных территорий;
- определения репрезентативности действующей сети измерительного мониторинга за загрязнением атмосферы и возможных путей ее развития и т.д.

При решении более общих задач, связанных с жизнедеятельностью города, функционированием его инфраструктуры и отдельных элементов, в которых требования охраны атмосферы играют роль ограничений, результаты диагностических комплексных (сводных) расчётов используются при:

- общей оценке уровня загрязнения атмосферы города с целью определения возможности размещения в нём новых объектов – источников загрязнения атмосферы;
- зонировании территории города по степени загрязнения атмосферы;
- описании начальной ситуации при разработке планов развития города и его отдельных территорий;
- решении вопросов о возможности размещения определённых объектов (предприятий, жилья и т.д.) в конкретных местах и т. д.

**Использование комплексных расчётов показателей загрязнения атмосферы на этапах планирования управляющих воздействий и контроля результатов их реализации.** Если на этапах диагноза состояния управляемой системы (города) и контроля результатов управления возможно, в весьма ограниченных рамках, применение других, нерасчётных методов, оценок отдельных показателей загрязнения атмосферы, то на этапе планирования управляющих воздействий (УВ) расчётные методы практически не имеют альтернативы.

Это объясняется тем, что расчётные методы позволяют установить связь между изменением параметров (технических, характеристик расположения и т.д.), непосредственно подвергающихся управляющим воздействиям, и показателями, характеризующими состояние загрязнения атмосферы и воздействие на неё выбросов ЗВ от конкретных объектов. Благодаря указанному свойству, расчётные методы позволяют спрогнозировать результаты применения управляющих воздействий для большого числа вариантов управления и выбрать из них наиболее оптимальный.

Наибольшее развитие получило применение комплексных расчётов именно при прогнозе результатов управления [2-4].



Наиболее законодательно, нормативно и методически обеспеченным и широко используемым методом управления воздействием на качество атмосферного воздуха выбросов ЗВ от отдельного неподвижного объекта (предприятия) является нормирование параметров выбросов ЗВ из ИЗА этого объекта.

При этом сводные расчёты позволяют учесть воздействие выбросов ЗВ от рассматриваемого объекта на загрязнение атмосферы совместно с выбросами ЗВ от других предприятий (объектов) города. Необходимость использования сводных расчётов при нормировании выбросов ЗВ от отдельных предприятий на этапе проверки действенности планируемых для этих предприятий воздухоохраных мероприятий (управляющих воздействий) установлена п.3.1. ГОСТа 17.2.3.02–78 [5]. Согласно [3] *“Головная организация города или другого населенного пункта по установлению ПДВ (ВСВ)... проводит окончательные расчеты загрязнения атмосферы от всех действующих и строящихся предприятий и объектов, а также устанавливает ПДВ (ВСВ) для каждого предприятия, источника и вредного вещества с учетом реальных вкладов предприятий и объектов в загрязнение атмосферы на основе гигиенических, метеорологических, экономических, технических условий и требований...”*.

Следует отметить, что нормативы ПДВ (ВСВ), установленные без проверки выполнения соблюдения критериев качества атмосферного воздуха с помощью сводных расчётов, для большинства ЗВ не соответствуют требованиям закона [15] и нормативных документов [5] и [8].

Действительно, согласно статье 1 Федерального закона [15]:

*“предельно допустимый выброс – норматив предельно допустимого выброса вредного (загрязняющего) вещества в атмосферный воздух, который устанавливается для стационарного источника загрязнения атмосферного воздуха с учетом технических нормативов выбросов и **фоновое загрязнение атмосферного воздуха** (выделено нами) при условии непревышения данным источником гигиенических и экологических нормативов качества атмосферного воздуха, предельно допустимых (критических) нагрузок на экологические системы, других экологических нормативов”*.

Это положение закона разъясняется в п.2.3. ГОСТа [5]:

*“2.3. При установлении ПДВ для источника загрязнения атмосферы учитывают определенные расчетом или экспериментальным способом значения фоновых концентраций вредных веществ в воздухе  $C_{\text{ф}}$  (мг/м<sup>3</sup>) от остальных источников (в том числе от автотранспорта) города или другого населенного пункта”*.

Для тех ЗВ, для которых Росгидромет сообщает значения их фоновых концентраций, влияние выбросов ЗВ от совокупности источников города может быть учтено с помощью использования значений этих фоновых концентраций. Для большинства ЗВ, выбрасываемых в атмосферу предприятиями и другими объектами городов, наблюдения за загрязнением приземного слоя атмосферы не проводятся. Для них фоновое (для рассматриваемого объекта) загрязнение атмосферы может быть определено только расчётным путём.

Конкретная схема такого, расчётного, определения фона описана во 2-м абзаце п. 7.6. ОНД-86 [8], согласно которому учёт фоновой концентрации производится с помощью *“... расчёта распределения суммарной концентрации от рассматриваемых и других существующих и проектируемых источников выброса вещества...”*, т.е. с помощью сводных (комплексных) расчётов.

Нормативы ПДВ (ВСВ), установленные без учёта фоновое загрязнение атмосферного воздуха, не соответствуют требованиям закона [15] и основных нормативных документов [5] и [8], регламентирующих нормирование выбросов ЗВ от антропогенных объектов. Для большинства ЗВ учёт фона может быть выполнен только с помощью сводных расчётов.

Без использования результатов сводных расчётов нормативы ПДВ (ВСВ) для таких ЗВ арбитражно незащищены: любой субъект права (житель города, экологическая организация и др.) может оспорить в судебном порядке нормативы ПДВ (ВСВ), установленные без учёта выбросов ЗВ от всей совокупности источников города и будет иметь при этом более чем реальные шансы на удовлетворение своего иска.

Законодательно и методически обеспечен также метод управления воздействием на качество атмосферного воздуха с помощью регулирования выбросов ЗВ от объектов (предприятий и т.д.) города в периоды неблагоприятных метеорологических условий (НМУ).

Необходимость такого регулирования утверждается статьёй 19 закона [15]:



“В городских и иных поселениях органы государственной власти субъектов Российской Федерации и органы местного самоуправления организуют работы по регулированию выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух в периоды неблагоприятных метеорологических условий”.

Способы прогноза НМУ, оповещения о возможном наступлении таких условий и регулирования функционирования объектов при их наступлении описаны в руководящих документах [10] и [11]. В этих документах рассматриваются способы, относящиеся как к локальным, так и к интегральным по городу (или группе объектов) управляющим воздействиям.

В связи с быстрым ростом автопарка городов всё более значимой становится проблема уменьшения негативного воздействия на качество атмосферного воздуха выбросов ЗВ от автотранспорта, движущегося по улицам города [6].

При решении этой проблемы используются как интегральные, так и локальные управляющие воздействия, которые взаимно дополняют друг друга, повышая общую эффективность управления охраной атмосферного воздуха. Запрет (ограничение) использования низкокачественного топлива и экологически некачественных автомобилей позволяет снизить вклад выбросов ЗВ от автотранспорта в общий уровень загрязнения атмосферы.

Локальный способ позволяет избежать, на сравнительно небольших территориях, особо опасного загрязнения воздуха, создаваемого выбросами ЗВ от отдельных объектов: улиц, переулков, участков улиц. При этом используется особенность распределения приземных концентраций ЗВ, выбрасываемых двигателями автотранспорта. Для этого распределения характерно быстрое уменьшение значений приземных концентраций этих ЗВ с увеличением расстояния от магистрали, по которой движется автотранспорт. Наибольшее загрязнение воздуха выбросами ЗВ от потоков автомашин на улицах города, создаваемое вблизи участков улиц (перекрестков), может быть уменьшено за счёт перераспределения транспортных потоков и изменения режимов транспортной нагрузки на магистрали за счёт изменения графиков работы объектов потребителей и объектов производителей.

Вообще, можно отметить, что рассматриваемая задача тесно связана с задачей устранения транспортных пробок на улицах городов и увеличения средней скорости движения транспорта. Решение этой, второй, задачи приводит, в большинстве случаев к снижению локального и интегрального воздействия выбросов ЗВ от автотранспорта на качество атмосферного воздуха.

Оценка экологических результатов как интегрального, так и локального воздействия на выбросы ЗВ от автотранспорта на этапе планирования этих воздействий невозможна без проведения соответствующих сводных расчётов.

**Практика применения комплексных (сводных) расчётов в РФ.** Комплексные (сводные) расчёты показателей воздействия выбросов ЗВ от объектов города на качество атмосферного воздуха находят всё более широкое применение в РФ. Они проведены или проводятся в Астрахани, Архангельске, Сыктывкаре, в Пермском крае, Кемеровской обл. и т.д.

На основе результатов сводных расчетов при участии авторов были разработаны рекомендации по размещению стационарных постов контроля загрязнения атмосферного воздуха и перечню контролируемых показателей в г. Архангельске.

В Пермском крае широко используются сводные расчеты загрязнения атмосферы при установлении нормативов ПДВ для предприятий.

Очень активно эти расчёты используются при разработке различных проектов развития города в Санкт-Петербурге. Ниже приведен пример использования результатов сводных расчетов при оценке воздействия ввода Кольцевой автодороги (КАД) на качество атмосферного воздуха [3]. Расчеты проводились с использованием системы “Эколог-город-Санкт-Петербург”, разработанной фирмой “Интеграл”.

На первом этапе оценивалось загрязнение атмосферного воздуха на основе информации о параметрах источников промышленных и автотранспортных выбросов без учёта КАД (рис.1), на втором – на основе информации о параметрах источников промышленных и автотранспортных выбросов с учётом КАД (рис. 2-4).

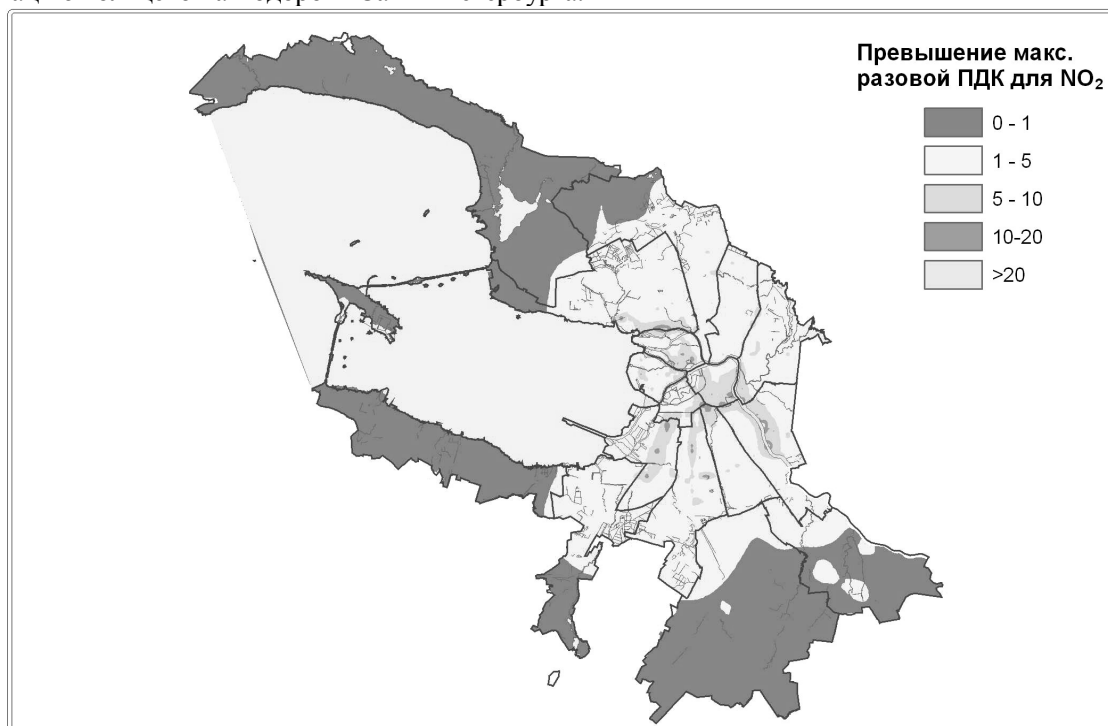
Анализ результатов расчётов загрязнения атмосферного воздуха по диоксиду азота по первому варианту показал, что наибольшее загрязнение атмосферного воздуха города наблюдалось вдоль крупнейших автомагистралей, таких как Октябрьская набережная, набережная Обводного канала, Приморский, Малоохтинский, Лиговский, Московский, Ленинский проспекты, пр. Стачек, ул. Типанова. В часы пик концентрации диоксида азота в непосредственной близости от автомагистралей могли достигать до 20 максимально разовой предельно допустимой концентрации (ПДК м.р.) при неблагоприятных метеоусловиях.

Анализ результатов моделирования по второму варианту показал, что обновление автопарка города и введение в эксплуатацию кольцевой автомобильной дороги вокруг Санкт-Петербурга оказали существенное влияние на качество атмосферного воздуха в городе. Значительно уменьшилась площадь загрязнения диоксидом азота (рис. 2) в целом по городу.

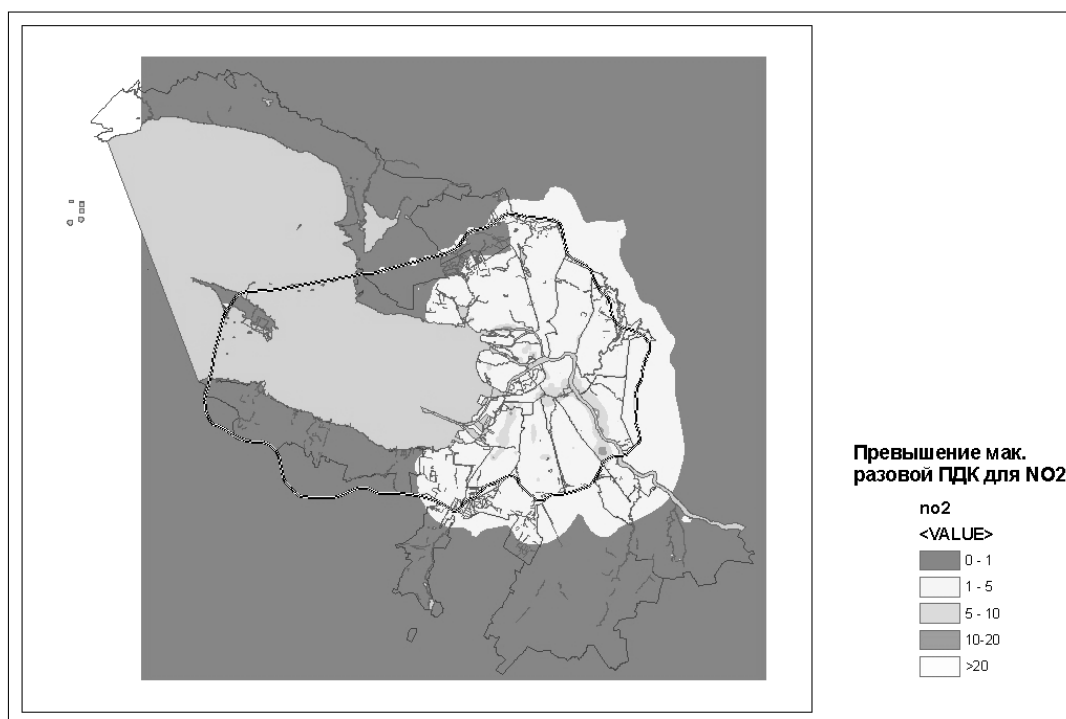
Поле максимально-разовых концентраций диоксида азота вдоль КАД прямо пропорционально интенсивности движения на участках КАД. Максимальное загрязнение наблюдается на Южном участке КАД (от Обуховской обороны пр. до Октябрьской наб. – Большой Обуховский мост (рис. 3).

А минимальное значение – на Северном участке КАД, от Выборгского шоссе до Приморского шоссе (рис. 4).

Таким образом, с помощью расчётных методов моделирования проанализировано, какое влияние на качество атмосферного воздуха оказало обновление автотранспортного парка и введение в эксплуатацию кольцевой автодороги Санкт-Петербурга.



**Рис. 1. Результаты моделирования загрязнения воздуха диоксидом азота Санкт-Петербурга в долях ПДК м.р. до введения в эксплуатацию КАД**

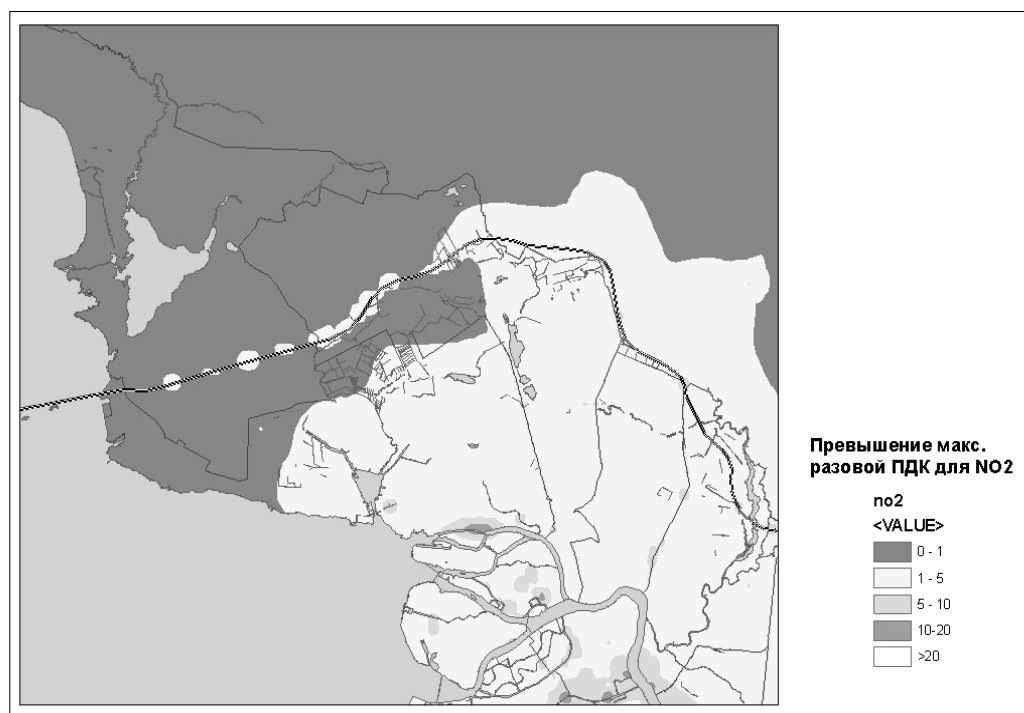


**Рис. 2. Результаты моделирования загрязнения воздуха диоксидом азота Санкт-Петербурга в долях ПДК м.р. после введения в эксплуатацию КАД**



**Рис. 3. Результаты моделирования загрязнения воздуха диоксидом азота в долях ПДК м.р.**

вдоль юго и юго-восточного участка КАД Санкт-Петербурга



**Рис. 4. Результаты моделирования загрязнения воздуха диоксидом азота в долях ПДК м.р. северного участка КАД Санкт-Петербурга**

Решение задач развития городов, их инфраструктуры, невозможно без оценок экологических последствий реализации тех или иных проектов, в частности, без прогноза влияния реализации решений, управляющих функционированием и развитием города, его отдельных систем, территорий и объектов на качество атмосферного воздуха. Как уже было сказано, при прогнозе последствий изменений всего города как сложной системы, отдельных подсистем города (транспортной, энергетической, коммунальной, производственной и т.д.), его территорий и пр. комплексным расчётам практически нет альтернативы.

#### Библиографический список

1. Волкодаева М.В., Канчан Я.С. О применении в воздухоохранной деятельности сводных расчетов, использующих данные о выбросах загрязняющих веществ в атмосферу // Сборник трудов к 15-летию НИИ Атмосфера. – СПб.: НИИ Атмосфера, 2007. – С. 43-55.
2. Волкодаева М.В., Полужктова М.М., Хватов В.Ф. К вопросу о введении в действие на территории РФ международных экологических стандартов «Евро-3» с точки зрения качества атмосферного воздуха (на примере г. Санкт-Петербург) // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. – М., 2007. – С. 28-42.
3. Волкодаева М.В., Шпакова М.В. Использование результатов расчетов рассеивания загрязняющих веществ в атмосферном воздухе города для оценки качества атмосферного воздуха. // Охрана окружающей среды и экологической безопасности в Санкт-Петербурге в 2007 году. Комитет по природопользованию, охране окружающей среды и обеспечению экологической безопасности Санкт-Петербурга. – СПб., 2008. – С. 214-220.
4. Волкодаева М.В., Шпакова М.В. Использование результатов расчетов рассеивания загрязняющих веществ в атмосферном воздухе города для оценки качества атмосферного воздуха // Охрана окружаю-





шей среды и экологической безопасности в Санкт-Петербурге в 2006 году. Комитет по природопользованию, охране окружающей среды и обеспечению экологической безопасности Санкт-Петербурга. – СПб., 2007. – С. 214-220. 5. ГОСТ 17.2.3.02-78. Правила установления допустимых выбросов вредных веществ промышленными предприятиями. Госстандарт. – М., 1979. 6. Методика определения выбросов автотранспорта для проведения сводных расчётов загрязнения атмосферы городов. – СПб., 1999. 7. Методическое пособие по выполнению сводных расчетов загрязнения атмосферного воздуха выбросами промышленных предприятий и автотранспорта города (региона) и их применению при нормировании выбросов. – СПб., 1999. 8. ОНД-86. Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий. – Л., Гидрометеиздат, 1987. 9. Положение о проведении социально-гигиенического мониторинга (утв. постановлением Правительства РФ № 60 от 2 февраля 2006 г.). 10. РД-52.04.306-92. Руководство по прогнозу загрязнения воздуха. СПб, Гидрометеиздат, 1993. 11. РД-52.04.52-85. Методические указания. Регулирование выбросов при неблагоприятных метеорологических условиях. – Л., Гидрометеиздат, 1987. 12. Рекомендации по оформлению и содержанию проектов нормативов допустимых выбросов в атмосферу (ПДВ) для предприятий. – М., 1990. 13. Рекомендации по составлению сводного тома "Охрана атмосферы и предельно допустимые выбросы (ПДВ)" города (населенного пункта) и его макет. – М., 1985. 14. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03. Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов. (Новая редакция). 2008 г. 15. Федеральный закон № 96-ФЗ от 4 мая 1999 года "Об охране атмосферного воздуха" (в ред. Федеральных законов №122-ФЗ от 22.08.2004, № 45-ФЗ от 09.05.2005, № 199-ФЗ от 31.12.2005). 16. Федеральный закон № 7-ФЗ от 10 января 2002 года "Об охране окружающей среды" (с изменениями на 5 февраля 2007 года).