



УДК 504.3.054 (571.53)

Исследование динамики концентраций загрязняющих веществ в атмосферном воздухе г. Шелехова

А. В. Ахтиманкина (anastasiya.ahitimankina@mail.ru)

Аннотация. Представлена динамика концентраций загрязняющих веществ в период с 2008 по 2013 г., составленная на основе данных с постов наблюдения за загрязнением атмосферного воздуха.

Ключевые слова: концентрация, предельно допустимые концентрации, климатические особенности, промышленные предприятия, выбросы.

Введение

В настоящее время основными источниками загрязнения атмосферного воздуха остаются промышленные предприятия, использующие сырье с высоким содержанием загрязняющих веществ, выбрасываемых из низких источников, как правило, без должной очистки; и автотранспорт, количество которого неуклонно растет, а используемое им топливо не отвечает предъявляемым требованиям.

Данные факторы в совокупности с неблагоприятной метеорологической обстановкой могут создавать условия, при которых концентрации поллютантов будут превышать установленные санитарно-гигиенические нормы. Такая ситуация, несомненно, скажется на уровне заболеваемости населения, проживающего в местах повышенных концентраций. Среди экологически обусловленных заболеваний, вызванных загрязнением атмосферы, выделяют болезни органов дыхания, проявляющиеся при повышенных концентрациях диоксида серы и диоксида азота; болезни системы кровообращения (под действием соединений серы, азота, углерода, фенола и формальдегида); болезни кожи и подкожной клетчатки (под действием сажи, пыли, взвешенных веществ); онкологические заболевания (под действием бенз(а)пирена, диоксидов серы и азота) и ряд других заболеваний.

С целью оценки настоящего состояния атмосферы, выявления антропогенной составляющей в ее изменении и дальнейшего принятия управленческих решений на территории населенных мест размещают сети постов наблюдения за загрязнением атмосферы, позволяющие отслеживать динамику содержания вредных веществ, что является очень важным для соблюдения качества атмосферного воздуха, отвечающего установленным требованиям.

При изучении динамики концентраций загрязняющих веществ в атмосферном воздухе городов в качестве санитарно-гигиенического норматива

необходимо использовать среднесуточные предельно допустимые концентрации, которые разработаны специально для населенных мест и не вызывают в организме человека негативных последствий при неограниченно долгом воздействии.

Характеристика территории исследования

Город Шелехов является сравнительно молодым промышленным городом, основанным в 1956 г. при строительстве ИркАЗа – Иркутского алюминиевого завода. Находится он рядом с областным центром и занимает площадь 31 км². Федеральная автодорога М-55 «Байкал» делит город на две части – жилую (на севере) и промышленную (на юге), в которой размещены основные промышленные предприятия (рис. 1) [2].

Шелехов входит в число наиболее промышленно развитых городов региона. На его долю приходится около 11 % общеобластного объема промышленной продукции. По этому показателю он занимает четвертое место в Иркутской области, уступая только таким крупным городам, как Братск, Иркутск и Ангарск [2].

Ведущей отраслью промышленности является цветная металлургия, на долю которой приходится 81 % всей промышленной продукции города и которая представлена тремя заводами – Иркутским алюминиевым, выпускающим первичный алюминий и алюминиевую катанку, ООО «СУАЛ-ПМ» – производитель алюминиевых порошков и пудр, ЗАО «Кремний» – производитель кремния и сплавов. Второй по значимости отраслью городской экономики является машиностроение и металлообработка (12 % промышленной продукции города). Данная отрасль объединяет несколько предприятий – ОАО «Иркутскабель», ОАО «Шелеховский РМЗ» и «Иркутскагремонт». На третьем месте по производству продукции стоит промышленность строительных материалов. В городе действует завод железобетонных изделий, в свое время на базе местного сырья развивалась известковая промышленность.

В качестве источников загрязнения на территории г. Шелехова выступают предприятия теплоэнергетики, цветной металлургии, производства строительных материалов, машиностроения и металлообработки, а также автотранспорт. Дополнительный вклад в загрязнение воздушного бассейна вносят жилой сектор с печным отоплением, мелкие котельные, лесные и торфяные пожары.

Стоит отметить, что в структуре выбросов преобладают выбросы, поступающие от промышленности. Так, наибольшее количество выбросов от промышленности пришлось на 2013 г. и составило 35 тыс. т, наименьшее отмечалось в 2009 г. – 29,1 тыс. т. Количество же автотранспортных выбросов остается относительно постоянным, с небольшими отклонениями, например, максимум наблюдался в 2010 г. и составил 10,2 тыс. т, а минимум, составивший 9,1 тыс. т, пришелся на 2012 г. [4; 5; 7; 8]. Среди промышленных объектов основная масса выбросов осуществляется источниками Иркутского алюминиевого завода (ежегодный выброс – более 20 тыс. т загряз-

няющих веществ), ТЭЦ-5 (около 5 тыс. т), ЗАО «Кремний» (чуть более 3 тыс. т) [10].

Иркутский алюминиевый завод, на долю которого приходится большая доля выбросов, специализируется на производстве первичного алюминия и продукции из него. На предприятии сосредоточена вторая стадия производства алюминия – электролиз глинозёма, который поставляется на завод с различных регионов России. Готовая продукция в виде катанки, силумина, чушки отправляется в европейские регионы России и за границу. Таким образом, промышленные отходы, пыль и газообразные вещества (фтористые соединения, смолистые вещества, электролизная пыль, фтористый водород, диоксиды серы и азота), образующиеся в ходе технологических процессов, остаются в регионе производства, тем самым загрязняя его, а чистая продукция идет на экспорт.

Наблюдения за загрязнением атмосферного воздуха на территории г. Шелехова

Иркутский центр по мониторингу загрязнения окружающей среды (ЦМС) осуществляет государственный мониторинг загрязнения окружающей среды на территории Иркутской области, в том числе в г. Шелехове.

Наблюдения проводятся на двух стационарных постах (станциях). Станции подразделяются на «городскую фоновую» в жилом районе северной части города (станция № 3) и «авто» вблизи автомагистрали (станция № 1). Это деление является условным, так как застройка города и размещение предприятий не позволяют сделать четкого разделения районов [3]. Пост наблюдений за загрязнением атмосферного воздуха (ПНЗ-1) расположен на Комсомольском бульваре, между жилым массивом и автомагистралью, вблизи дома № 14 квартала 6. ПНЗ-3 расположен на метеоплощадке, находящейся на границе 4-го микрорайона и объездной дороги, вблизи дома № 36. Основные предприятия-загрязнители, такие как «ИрКАЗ-СУАЛ», ТЭЦ-5; ЗАО «Кремний», расположены на юге от ПНЗ (см. рис. 1).

Используемые на стационарных постах г. Шелехова средства измерения размещаются в комплектных лабораториях «Пост-1». Для отбора проб воздуха используются: автоматический электроаспиратор «ПРОБА-24», электроаспиратор М-822, газоанализатор СО модель К-100, ротаметр РС-7. Метеорологические наблюдения на стационарных постах выполняются в автоматическом режиме с помощью устройств измерения метеорологических элементов «М-49», анемометров. Одновременно используются сведения метеостанции города.

Наблюдения на постах проводятся в 7:00, 13:00, 19:00 ч по местному времени. Отбор проб осуществляется путем аспирации определенного объема атмосферного воздуха через поглотительный прибор, заполненный жидким или твердым сорбентом для улавливания вещества, или через аэрозольный фильтр, задерживающий содержащиеся в воздухе частицы. Определяемая примесь из большого объема воздуха концентрируется в небольшом объеме сорбента или на фильтре [10].

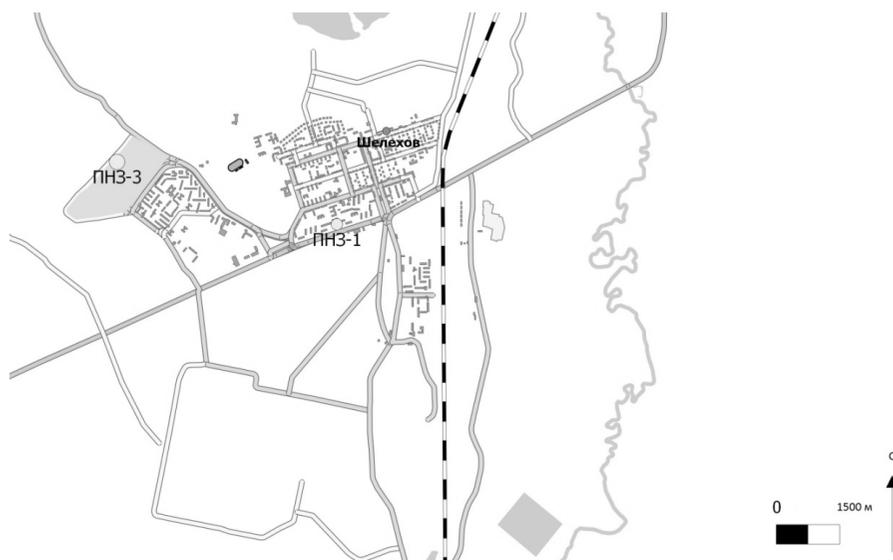


Рис. 1. Схема расположения ПНЗ (●) г. Шелехова

При наблюдениях за уровнем загрязнения атмосферы используется режим отбора проб, продолжающийся 20 мин. Одновременно с проведением отбора проб определяют следующие метеорологические параметры: скорость и направление ветра, температуру воздуха, влажность, атмосферное давление, фиксируется состояние погоды.

В Шелехове проводят наблюдения для определения концентрации таких загрязняющих веществ, как пыль, диоксид серы (SO_2), диоксид азота (NO_2), оксид углерода (CO), формальдегид, фтористый водород, растворимые твердые фториды, бенз(а)пирен, тяжелые металлы.

Отобранные пробы воздуха доставляются в лабораторию мониторинга загрязнения атмосферы (ЛМЗА) Иркутского центра по мониторингу загрязнения окружающей среды. В лаборатории выполняется химический анализ проб воздуха и устанавливаются концентрации вредных веществ на основе физико-химических и физических методов: фотоколориметрии, атомно-абсорбционной спектрофотометрии, электрохимического, весового. Определение металлов и бенз(а)пирена осуществляется в лаборатории ФГБУ НПО «Тайфун» г. Обнинска.

Используемые материалы

Для проведения исследования были использованы данные натуральных наблюдений, фиксируемых в таблицах Иркутского УГМС (ТЗА-18), с двух постов слежения за состоянием атмосферного воздуха: ПНЗ-1, ПНЗ-3 (см. рис. 1).

Анализ концентраций загрязняющих веществ проводился по 36 таблицам ТЗА-18 ($6 \times 3 \times 2$, где 6 – количество рассмотренных лет, 3 – количество месяцев, 2 – ПНЗ).

Для выявления динамики загрязнения воздуха за период с 2008 по 2013 г. были построены и проанализированы 188 графиков изменения абсолютных концентраций загрязняющих веществ для трех представляющих наибольший интерес месяцев: декабрь, апрель и июль. Выбор этих месяцев обусловлен сменой метеорологических условий, влияющих на накопление и рассеяние примесей в атмосфере.

Обсуждение результатов исследования

Диоксид серы (SO_2)

За проанализированный период на ПНЗ-1 в декабре 2013 г. наблюдения не проводились, на ПНЗ-3 отбор проб не предусмотрен. Таким образом, анализировались данные только с ПНЗ-1.

Анализ усредненных концентраций диоксида серы (рис. 2) показал, что наибольшие концентрации по данному веществу отмечаются в зимний период (декабрь), поскольку именно в зимний период создаются неблагоприятные метеорологические условия для самоочистки атмосферы, сопровождающиеся максимальными выбросами предприятий теплоэнергетики. В весенний период (апрель) предприятия продолжают работать на полную мощность, однако за счет разрушения зимнего антициклона и активизации циклонической деятельности концентрации снижаются. Летние месяцы (июль) характеризуются наименьшими концентрациями.

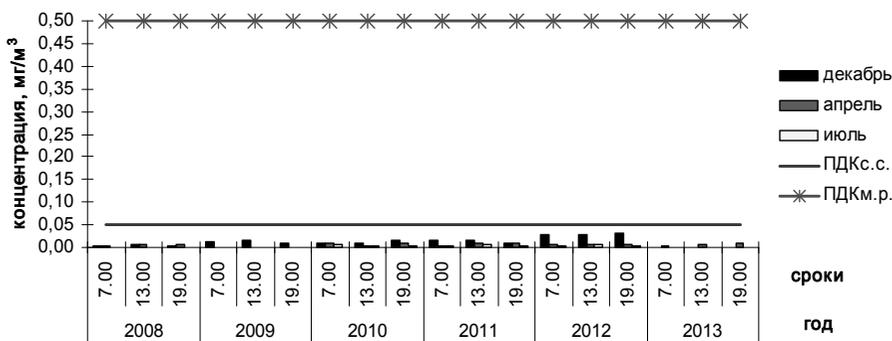


Рис. 2. Динамика усредненных концентраций диоксида серы в декабре, апреле и июле на ПНЗ-1

Абсолютный максимум концентрации диоксида серы в декабре был отмечен на ПНЗ-1 в 2012 г. и составил $0,12 \text{ мг/м}^3$, что превысило ПДК_{с.с.} в 2,4 раза (рис. 3). Зимний максимум создается за счет повышенного сжигания топлива в этот период на объектах теплоэнергетики и, как следствие, увеличения количества выбросов вредных веществ, а также влияния неблагоприятных метеорологических условий (приземных инверсий, слабых ветров, застойных явлений воздуха), характерных для территории г. Шелехова. Среди неблагоприятных метеорологических явлений в декабре 2012 г. были отмечены: высокая повторяемость штилей (49 %) в сочетании с температур-

ными инверсиями, способствующие ситуации «застоя» и, как следствие, накоплению примесей в приземном слое. Также этот месяц характеризовался довольно холодной погодой, температура воздуха на территории области понижалась до $-25 \dots -35$ °С. Отрицательная аномалия температуры воздуха за месяц составила 4–8 °С. Осадков, способствующих самоочищению атмосферы, было около и меньше (30–80 %) нормы [8]. Сложившийся комплекс метеорологических условий и выбросов от промышленных объектов мог повлечь за собой повышение концентраций диоксида серы в рассматриваемый период.

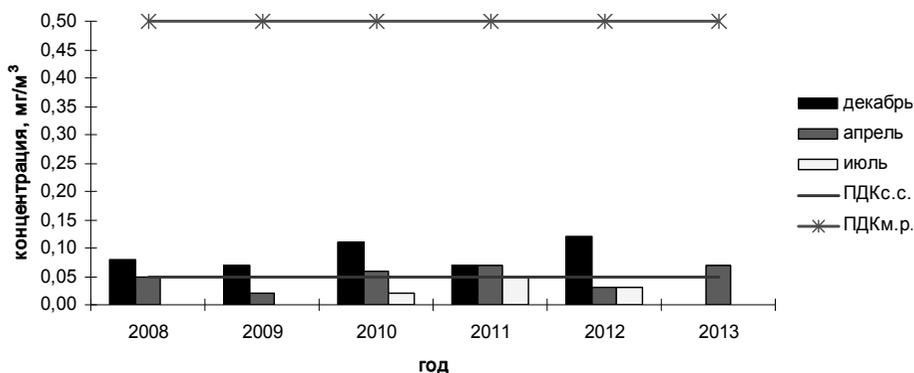


Рис. 3. Динамика максимальных концентраций диоксида серы в декабре, апреле и июле на ПНЗ-1

Максимум концентрации диоксида серы в *апреле* наблюдался в 2013 г. и составил $0,07$ мг/м³ или 1,4 ПДК_{с.с} (см. рис. 3). Весенний максимум может быть обусловлен мощными выбросами от высоких источников и неблагоприятными метеорологическими условиями в виде опасных скоростей ветра, при которых отмечаются максимальные концентрации примеси. В дни максимальных концентраций скорость ветра достигала 6 м/с. Количество осадков в апреле 2013 г. выпало ниже нормы, что не способствовало самоочищению атмосферы от загрязняющих веществ [9], а количество выбросов от промышленных объектов в 2013 г. достигло максимума (за период 2008–2013 гг.).

Летом значения концентраций диоксида серы практически падают до нуля, например в *июле* 2010 г. (см. рис. 3). Это обусловлено уменьшением количества сжигаемого топлива и, как следствие, уменьшением количества выбросов вредных веществ в атмосферу, также накладывает свой отпечаток изменение метеорологических условий (снижается повторяемость приземных инверсий и застойных явлений воздуха, проходят интенсивные осадки, способствующие самоочищению атмосферы, количество которых в июле 2010 г. составило 97,4 % от нормы).

Диоксид азота (NO_2)

Диоксид азота, так же как и диоксид серы и ряд других веществ, является продуктом сгорания топлива и поступает в атмосферный воздух в ос-

новном от источников теплоэнергетики. Логичным является тот факт, что в зимние месяцы выбросы от этих источников максимальны, а за счет неблагоприятных метеорологических условий и концентрации должны быть значительными. Однако анализ усредненных данных показал, что в весенний период (апрель) концентрации диоксида азота превышают зимние концентрации (рис. 4). Это объясняется тем, что весной приток солнечной радиации увеличивается, как следствие, фотохимические процессы окисления оксидов азота до диоксидов ускоряются, а выбросы остаются на уровне зимних месяцев. В июле значения концентраций нередко превышают зимние, причиной чего являются также вышеописанные процессы.

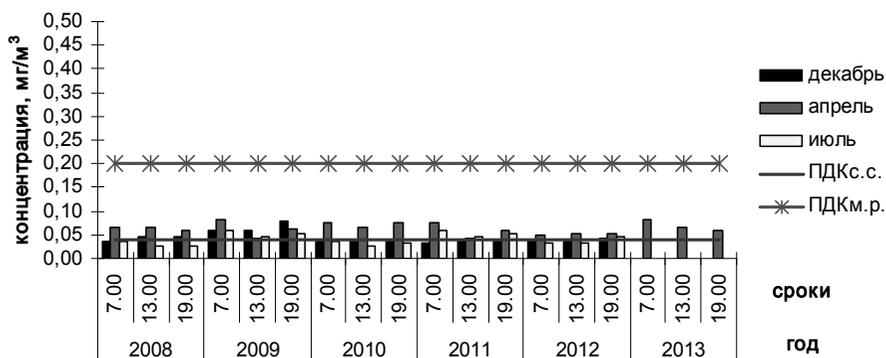


Рис. 4. Динамика усредненных концентраций диоксида азота в декабре, апреле и июле на ПНЗ-1

Абсолютный максимум концентрации диоксида азота в декабре наблюдался на ПНЗ-3 в 2013 г. и составил $0,38 \text{ мг/м}^3$ или $9,5 \text{ ПДК}_{\text{с.с}}$ (рис. 5). В дни максимальных концентраций, по данным метеостанции г. Шелехова, отмечены штиль и дымка, благоприятствующая увеличению концентраций примеси и созданию вторичного загрязнения. Повторяемость штилей в декабре 2013 г. составила 42 %. В отдельные дни декабря на территории области отмечалась минимальная температура воздуха – ниже $-30 \text{ }^\circ\text{C}$ [9]. Также в декабре на территории области сохранялась отрицательная аномалия осадков (40–60 %) от нормы, следовательно, не было благоприятных условий для самоочищения атмосферы в этот период.

Максимальное значение концентрации диоксида азота в апреле наблюдалось в 2008 г. на ПНЗ-1 и составило $0,45 \text{ мг/м}^3$ или $11,3 \text{ ПДК}_{\text{с.с}}$ (рис. 6). По данным метеостанции г. Шелехова, этот максимум отмечался при штилевой погоде, повторяемость которой в апреле 2008 г. составила 48 %. Также содержание диоксида азота в атмосфере зависит от целого ряда факторов, в том числе от интенсивности солнечной радиации, определяющей скорость протекания фотохимических реакций в атмосфере, которые приводят к образованию диоксида азота. Апрель 2008 г. характеризовался положительной аномалией температуры воздуха, которая составила $2,5 \text{ }^\circ\text{C}$. Осадков выпало

ниже нормы, в большинстве дней месяца не было условий для самоочищения атмосферы [4].

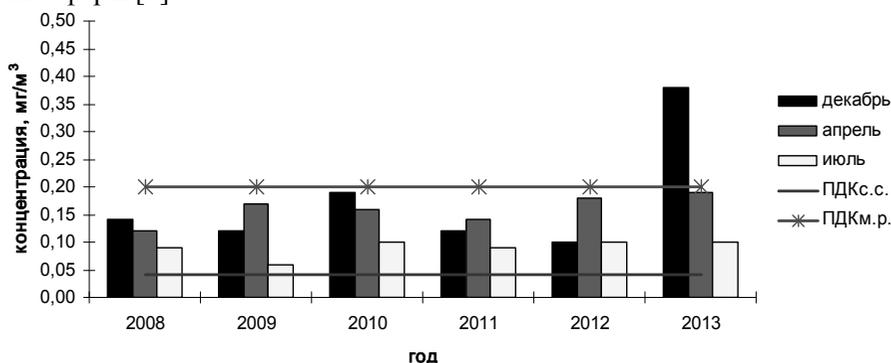


Рис. 5. Динамика максимальных концентраций диоксида азота в декабре, апреле и июле на ПНЗ-3

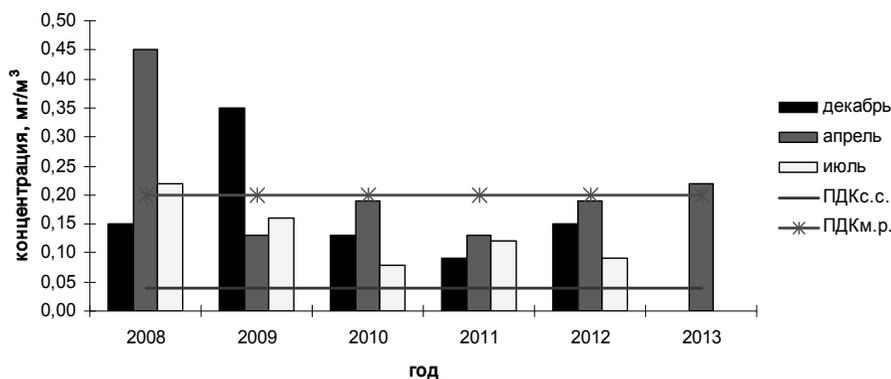


Рис. 6. Динамика максимальных концентраций диоксида азота в декабре, апреле и июле на ПНЗ-1

В июле максимум диоксида азота зафиксирован на ПНЗ-1 в 2008 г., который составил $0,22 \text{ мг/м}^3$, что превысило ПДК_{с.с.} в 5,5 раза (см. рис. 6). По данным метеостанции г. Шелехова, этот максимум наблюдался при штилевой погоде. Повторяемость штилей в июле 2008 г. составила 30 %. Аномалия температуры – $+2 \text{ }^\circ\text{C}$, в отдельные дни июля воздух прогревался до $+30 \dots +37 \text{ }^\circ\text{C}$. Отмечались высокие ночные температуры, средний минимум за месяц превысил средние многолетние значения на $1\text{--}3 \text{ }^\circ\text{C}$ [4]. Высокая температура, отсутствие ветра и осадков привели к возникновению пожаров, которые внесли дополнительный вклад в загрязнение воздушного бассейна города диоксидом азота.

Оксид углерода (CO)

Анализ динамики концентраций оксида углерода в атмосферном воздухе г. Шелехова за период 2008–2013 гг. проводился по данным с ПНЗ-3 (на ПНЗ-1 отбор проб для определения концентрации оксида углерода не проводится).

Максимальные концентрации оксида углерода наблюдаются в декабре (рис. 7), единственным годом, выбивающимся из общей тенденции, является 2008 г., когда концентрации в июле превышали зимние значения. В этот период свой вклад в загрязнение внесли природные источники загрязнения, а именно пожары.

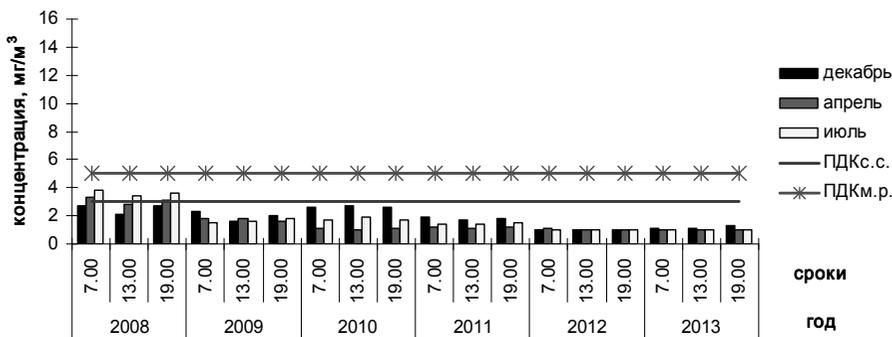


Рис. 7. Динамика усредненных концентраций оксида углерода в декабре, апреле и июле на ПНЗ-3

В декабре максимальное значение концентрации оксида углерода отмечалось в 2010 г. и составило 14 мг/м^3 , или $4,7 \text{ ПДК}_{\text{с.с}}$ (рис. 8). В рассматриваемый месяц наблюдалась контрастная погода – в начале декабря местами отмечались оттепели интенсивностью до $+2 \text{ }^\circ\text{C}$, в середине месяца установилась морозная погода с минимальной температурой воздуха – $25 \dots -30 \text{ }^\circ\text{C}$. Средняя месячная температура воздуха оказалась ниже многолетней на $3-9 \text{ }^\circ\text{C}$ [6]. Повторяемость штилей в декабре 2010 г. составила 60 %.

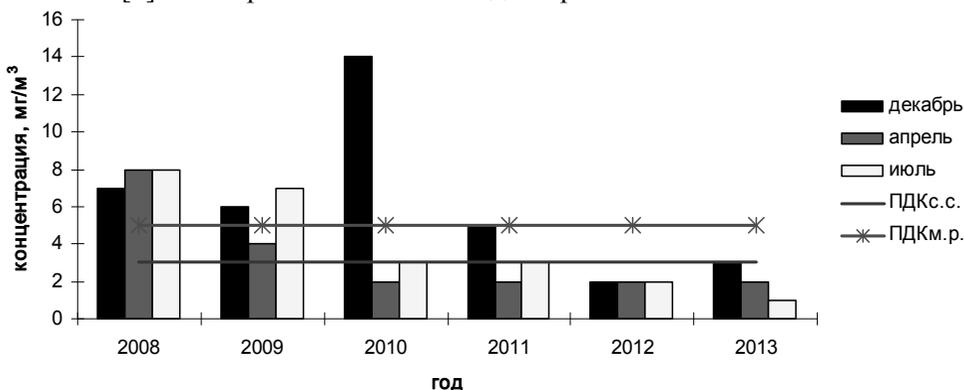


Рис. 8. Динамика максимальных концентраций оксида углерода в декабре, апреле и июле на ПНЗ-3

В апреле максимум концентрации оксида углерода отмечен в 2008 г. – 8 мг/м^3 , или $2,7 \text{ ПДК}_{\text{с.с}}$ (см. рис. 8). Апрель 2008 г. характеризовался положительной аномалией температуры воздуха, которая составила $2,5 \text{ }^\circ\text{C}$. Осадков, способствующих самоочищению атмосферы, выпало ниже нормы [4].

В июле максимум концентрации оксида углерода также наблюдался в 2008 г. и составил 8 мг/м^3 ($2,7 \text{ ПДК}_{с.с}$) (см. рис. 8). Наряду с выбросами вредных веществ от промышленных предприятий и автотранспорта способствовать увеличению концентраций оксида углерода могут лесные пожары. Как уже было отмечено ранее при анализе динамики концентраций диоксида азота, аномалия температуры в июле 2008 г. составила $+2 \text{ }^\circ\text{C}$, в отдельные дни июля воздух прогревался до $+30 \dots +37 \text{ }^\circ\text{C}$. Отмечались высокие ночные температуры, средний минимум за месяц превысил многолетние значения на $1-3 \text{ }^\circ\text{C}$ [4].

Пыль

Среди всех рассмотренных месяцев наиболее часто превышения $\text{ПДК}_{с.с}$ наблюдаются в апреле (рис. 9). Это объясняется тем, что к массе пыли от промышленных объектов добавляются выбросы от автотранспорта и частицы дорожной пыли. В зимние месяцы большая часть взвешенных веществ и пыли оседает на снежном покрове, в весенние месяцы, при таянии снега, они подхватываются ветром и циркулируют в атмосфере вместе с воздушными потоками.

Абсолютный максимум концентраций пыли в декабре за период 2008–2013 гг. был отмечен на ПНЗ-3 в 2013 г. (данные за декабрь на ПНЗ-1 отсутствуют) и составил $0,6 \text{ мг/м}^3$ ($4 \text{ ПДК}_{с.с}$) (рис. 10). Анализ метеорологических условий декабря 2013 г. был дан ранее при описании динамики концентраций диоксида азота (по данному веществу также отмечен максимум в данный период). В целом данный период можно охарактеризовать как неблагоприятный для самоочищения в связи с частой повторяемостью штилей, дымкой, малым количеством осадков.

В апреле максимум концентрации пыли наблюдался в 2008 г. на ПНЗ-1 и составил $1,5 \text{ мг/м}^3$, или $10 \text{ ПДК}_{с.с}$ (рис. 11). Апрель 2008 г. характеризовался положительной аномалией температуры воздуха, которая составила $2,5 \text{ }^\circ\text{C}$. Осадков выпало ниже нормы (до 70 %), в большинстве дней месяца не было условий для самоочищения атмосферы [4].

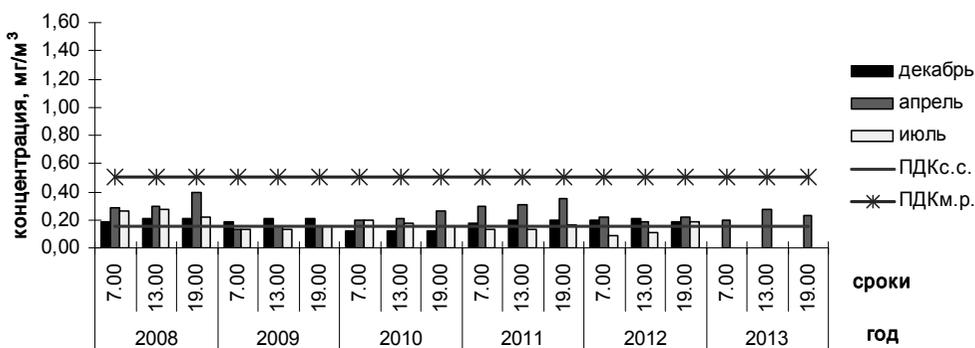


Рис. 9. Динамика усредненных концентраций пыли в декабре, апреле и июле на ПНЗ-1

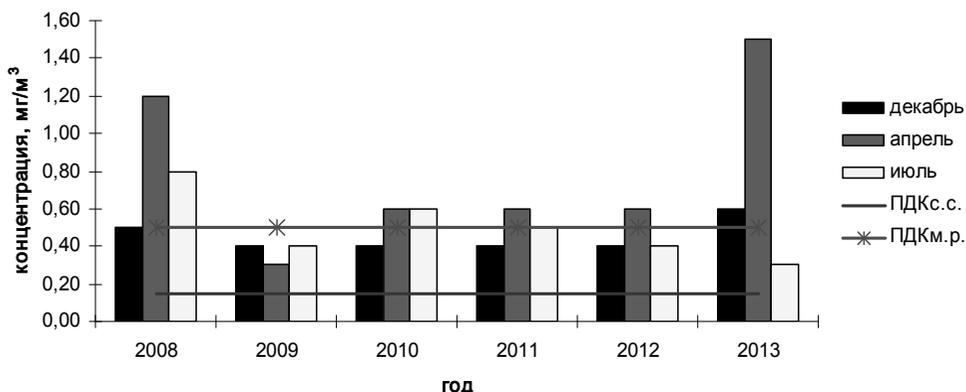


Рис. 10. Динамика максимальных концентраций пыли в декабре, апреле и июле на ПНЗ-3

В июле максимальные значения концентрации пыли отмечены на ПНЗ-3 в 2008 г. – $0,8 \text{ мг/м}^3$, что превысило ПДК_{с.с.} в 5,3 раза (см. рис. 10). Максимальные концентрации пыли летом обусловлены выбросами промышленных предприятий, автотранспорта, переносом дорожной пыли, которая в летние месяцы вместе с воздушными потоками циркулирует в атмосфере, лесными и торфяными пожарами.

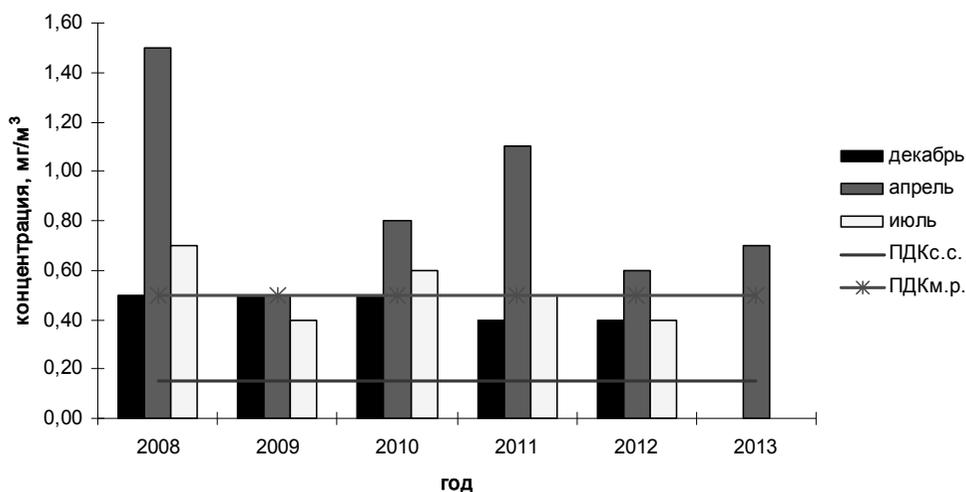


Рис. 11. Динамика максимальных концентраций пыли в декабре, апреле и июле на ПНЗ-1

Рассмотренные выше вещества являются типичными загрязнителями атмосферы, содержащимися в выбросах практически всех промышленных предприятий, а также транспорта. На пунктах наблюдения за загрязнением атмосферы, расположенных на территории г. Шелехова, проводятся наблюдения также за специфическими загрязняющими веществами, характерными составляющими выбросов алюминиевой промышленности.

Из специфических загрязняющих веществ для анализа были выбраны фтористый водород и твердые фториды.

Твердые фториды

За рассмотренный шестилетний период наиболее часто превышение установленных гигиенических нормативов для твердых фторидов наблюдается в декабре и апреле, в июле превышение было отмечено один раз (на основе усредненных данных) (рис. 12).

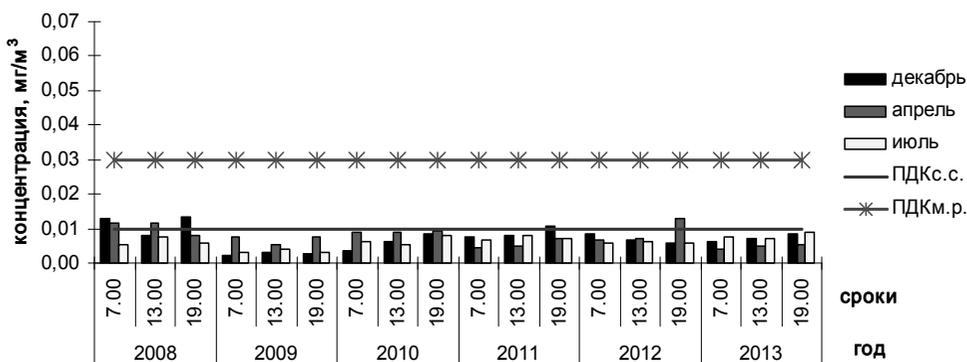


Рис. 12. Динамика усредненных концентраций твердых фторидов в декабре, апреле и июле на ПНЗ-3

Что касается абсолютных концентраций, в декабре максимум концентраций твердых фторидов наблюдался в 2008 г. на ПНЗ-1 и составлял $0,06 \text{ мг/м}^3$, или 6 ПДК_{с.с.} (рис. 13). Максимум концентрации твердых фторидов в зимний период связан с промышленными выбросами Иркутского алюминиевого завода в совокупности с большой повторяемостью неблагоприятных метеорологических условий. Среди таких неблагоприятных условий отмечались туман и штиль. Повторяемость штилей в декабре 2008 г. составила 71 %. В течение декабря было несколько периодов резкого похолодания, когда после прохождения холодных фронтов температура воздуха понижалась до $-30 \dots -40 \text{ }^\circ\text{C}$, вследствие этого средняя температура воздуха в декабре оказалась ниже многолетних значений на $0,5\text{--}2,0 \text{ }^\circ\text{C}$. Осадков, способствующих самоочищению атмосферы, выпало меньше нормы [4].

В апреле максимальное значение концентрации твердых фторидов наблюдалось в 2008 г. на ПНЗ-1 и составило $0,06 \text{ мг/м}^3$, что превысило норматив ПДК_{с.с.} в 6 раз (см. рис. 13).

В июле максимум концентрации твердых фторидов был зафиксирован в 2013 г. на ПНЗ-3 и составил $0,05 \text{ мг/м}^3$, или 5 ПДК_{с.с.} (рис. 14). В июле 2013 г. средняя месячная температура воздуха была около многолетних значений. Наблюдалась отрицательная аномалия осадков (60 %) от нормы. Также на 2013 г. пришелся максимум выбросов от промышленных предприятий города, составивший 35 тыс. т.

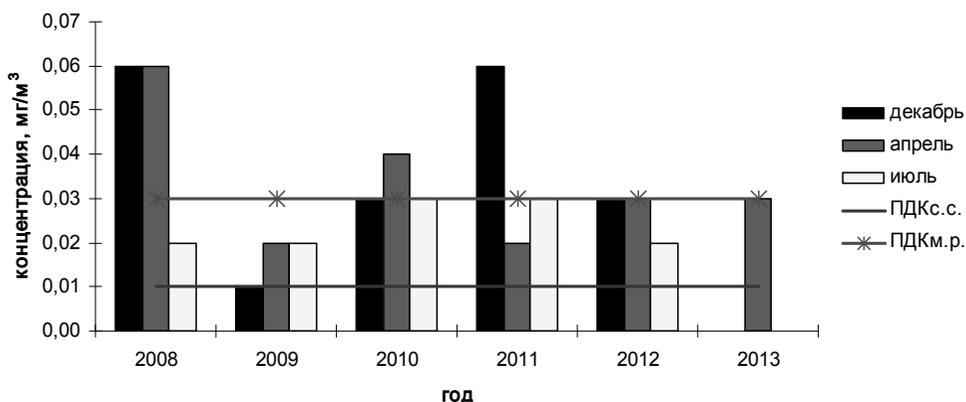


Рис. 13. Динамика максимальных концентраций твердых фторидов в декабре, апреле и июле на ПНЗ-1

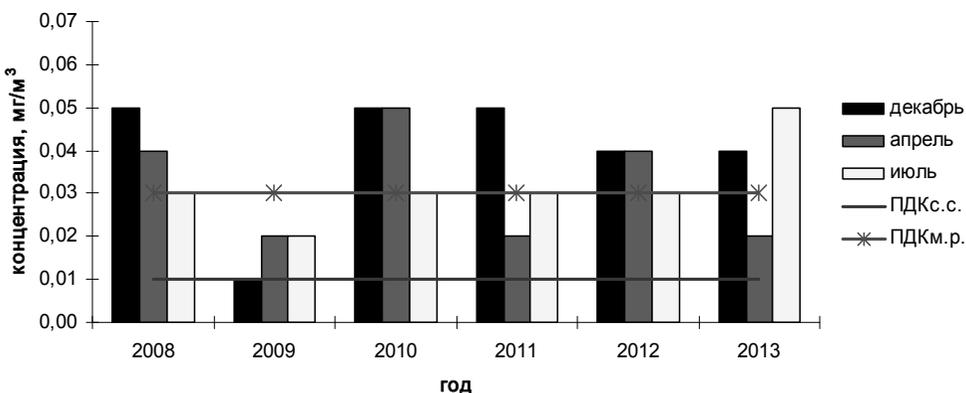


Рис. 14. Динамика максимальных концентраций твердых фторидов в декабре, апреле и июле на ПНЗ-3

Стоит указать, что максимумы декабря и апреля были отмечены на посту, расположенном ближе к промышленной площадке Иркутского алюминиевого завода. В этом случае из общей картины выбивается июльский максимум, который был зафиксирован на ПНЗ-3, расположенном на северо-западе города. Однако это можно объяснить тем, что в июле, в день максимума, отмечалось усиление северо-западного ветра до 6 м/с, способствующего сносу загрязняющих веществ на ПНЗ-3.

Фтористый водород

Анализ усредненных концентраций фтористого водорода показал, что наиболее часто повторяются превышения установленных нормативов на ПНЗ-1 (рис. 15). В целом по двум постам было выявлено 33 случая превышения ПДК_{с.с.} в июле, затем по частоте превышения отмечается декабрь (24 случая) и апрель (15).

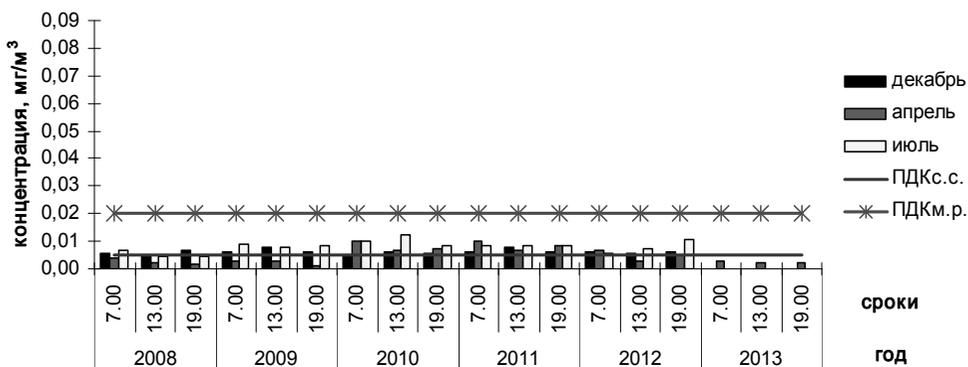


Рис. 15. Динамика усредненных концентраций фтористого водорода в декабре, апреле и июле на ПНЗ-1

Максимум концентрации фтористого водорода в зимний период (*декабрь*) наблюдался на ПНЗ-1 в 2010 г. и составил $0,04 \text{ мг/м}^3$ ($7,4 \text{ ПДК}_{\text{с.с}}$) (рис. 16). Данный период являлся неблагоприятным для рассеяния примесей в атмосфере с точки зрения метеорологических факторов, характеристика которых была дана при анализе динамики концентраций оксида углерода.

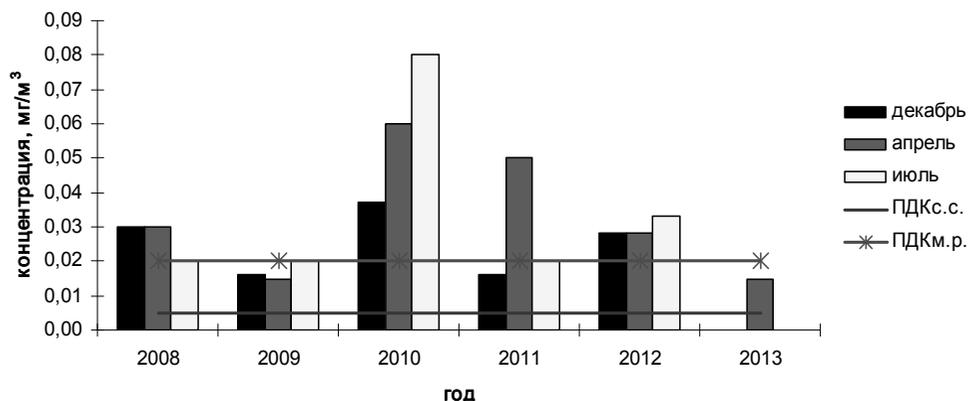


Рис. 16. Динамика максимальных концентраций фтористого водорода в декабре, апреле и июле на ПНЗ-1

В *апреле* максимальное значение концентрации зафиксировано в 2010 г. на ПНЗ-3, равное $0,06 \text{ мг/м}^3$, или $11,4 \text{ ПДК}_{\text{с.с}}$ (рис. 17). Отмеченное на метеостанции г. Шелехова усиление северо-западного ветра до 5 м/с в данный период обусловило снос загрязняющих веществ на ПНЗ-3, расположенный в этом направлении. В апреле на территории области фиксировалась отрицательная аномалия, которая составила $1,5\text{--}3,5 \text{ }^\circ\text{C}$. Во второй половине месяца в отдельные дни воздух прогревался до $+20\text{...}+27 \text{ }^\circ\text{C}$. Осадков, способствующих самоочищению атмосферы, выпало меньше нормы [6].

В *июле* максимальное значение концентрации зафиксировано в 2010 г. на ПНЗ-3 и составило $0,04 \text{ мг/м}^3$ ($8,6 \text{ ПДК}_{\text{с.с}}$) (рис. 17). Максимум концен-

трации фтористого водорода в летний период также обусловлен мощными выбросами Иркутского алюминиевого завода и наличием северо-западного ветра скоростью до 5 м/с, благоприятного для переноса на дальние расстояния выбросов. К тому же осадков, способствующих самоочищению, выпало всего 40 % от нормы.

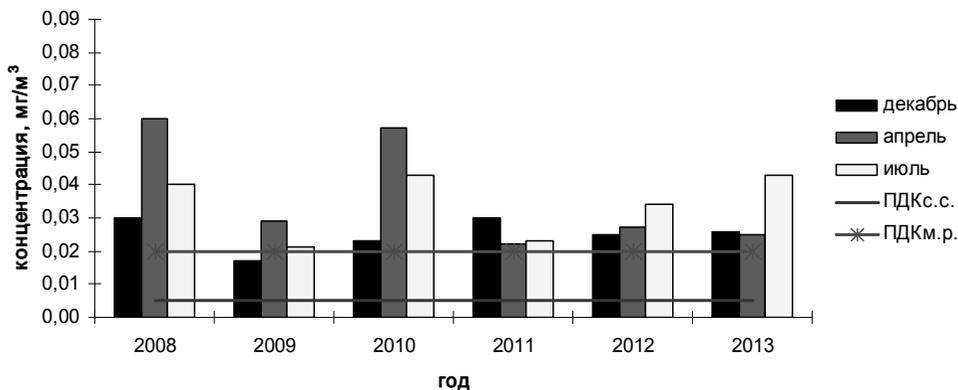


Рис. 17. Динамика максимальных концентраций фтористого водорода в декабре, апреле и июле на ПНЗ-3

Выводы

Исследование динамики концентраций загрязняющих веществ в атмосферном воздухе г. Шелехова за период с 2008 по 2013 г. показало, что наибольший уровень загрязнения по диоксиду серы, оксиду углерода отмечается в зимний период (декабрь) по причине выбросов объектов теплоэнергетики, работающих на полную мощность, а также неблагоприятных метеорологических условий, повторяемость которых в данный период на территории исследования максимальна. Максимальные концентрации пыли, диоксида азота фиксируются весной (апрель). Данный период, характеризующийся притоком большего количества солнечной радиации, благоприятен для процессов химического превращения оксидов азота в диоксиды. Что же касается пыли, то осевшие за зимний период на снежном покрове частицы в процессе оттаивания могут переноситься и циркулировать в атмосфере вместе с воздушными потоками, внося свой вклад в загрязнения наряду с промышленностью, автотранспортом и частицами дорожной пыли. По твердым фторидам максимальная концентрация была отмечена как в зимний период (декабрь), так и в весенний (апрель), однако в декабре при штилевых ситуациях, повторяемость которых высока, максимум отмечен на ПНЗ, расположенном ближе к промышленной зоне города; при разрушении зимнего антициклона и усилении скоростей ветра в апреле выбросы сносятся в направлении преобладающего ветра, и максимумы отмечаются уже на ПНЗ-3, расположенном в северо-западной части города.

Характерной проблемой сети постов наблюдения за загрязнением атмосферы г. Шелехова является нерегулярность процесса наблюдения, который прерывается в летние месяцы в связи с сезоном отпусков, в зимний пе-

риод – каникулами, праздничными и выходными днями. Такая ситуация характерна и для административного центра области [1]. Решить данную проблему можно путем внедрения автоматизированных систем наблюдения за загрязнением атмосферы, что позволит более тщательно отслеживать изменения в уровнях концентраций загрязняющих веществ.

Работа выполнена при финансовой поддержке индивидуального исследовательского гранта Иркутского государственного университета 2014 г. № 091-14-220.

Список литературы

1. Ахтиманкина А. В. Исследование динамики концентраций загрязняющих веществ в атмосферном воздухе г. Иркутска / А. В. Ахтиманкина, О. А. Лопаткина // Изв. Иркут. гос. ун-та. Сер. Науки о Земле. – 2014. – Т. 9. – С. 2–15.
2. Винокуров М. А. Города Иркутской области / М. А. Винокуров, А. П. Суходолов. – Иркутск : Изд-во БГУЭП, 2011. – 344 с.
3. Состояние загрязнения атмосферы в городах на территории ФГБУ «Иркутское УГМС» в 2013 г. : ежегодник. – Иркутск : ЦМС, 2014. – С. 75–76.
4. О состоянии и об охране окружающей среды Иркутской области в 2009 г. : гос. докл. [Электронный ресурс]. – URL: <http://ecology.irkobl.ru/sites/ecology/picture/>.
5. О состоянии и об охране окружающей среды Иркутской области в 2010 г. : гос. докл. [Электронный ресурс]. – URL: <http://ecology.irkobl.ru/sites/ecology/picture/>.
6. О состоянии и об охране окружающей среды Иркутской области в 2011 г. : гос. докл. [Электронный ресурс]. – URL: <http://ecology.irkobl.ru/sites/ecology/picture/>.
7. О состоянии и об охране окружающей среды Иркутской области в 2012 г. : гос. докл. [Электронный ресурс]. – URL: <http://ecology.irkobl.ru/sites/ecology/picture/>.
8. О состоянии и об охране окружающей среды Иркутской области в 2013 г. : гос. докл. [Электронный ресурс]. – URL: <http://ecology.irkobl.ru/sites/ecology/picture/>.
9. О состоянии и об охране окружающей среды Иркутской области в 2014 г. : гос. докл. [Электронный ресурс]. – URL: <http://ecology.irkobl.ru/sites/ecology/picture/>.
10. Руководство по контролю загрязнения атмосферы : РД 52.04.186 – 89. – Л. : Гидрометеиздат, 1991. – С. 34, 386.

Investigation of Dynamics of Concentration of Harmful Substances in Atmosphere of Shelekhov City

A. V. Akhtimankina

Abstract. On the basis of data on concentrations of pollutants fixed in observation posts for the pollution of the atmosphere at Shelekhov city, has been presented the dynamics of concentration change in the period 2008 to 2013.

Keywords: concentration, maximum allowable concentration, climatic features, industrial enterprises, emissions.

*Ахтиманкина Анастасия Владимировна
преподаватель
Иркутский государственный университет
664003, г. Иркутск, ул. К. Маркса, 1
тел.: (3952)52-10-72*

*Akhtimankina Anastasiia Vladimirovna
Lecturer
Irkutsk State University
1, K. Marx st., Irkutsk, 664003
tel.: (3952)52-10-72*