

**Аухадеев Тимур Ринатович**

кандидат географических наук, ассистент  
кафедры метеорологии, климатологии и экологии  
атмосферы, Казанский (Приволжский)  
федеральный университет;  
Россия, 420008, г. Казань, ул. Кремлевская, 18

**Timur R. Auhadeev**

Candidate of Geographical Sciences, Assistant,  
Department of Meteorology, Climatology and  
Ecology of the Atmosphere, Kazan (Volga) Federal  
University;  
18, Kremlevskaya st., Kazan, 420008, Russia

e-mail: TRAuhadeev@kpfu.ru

**Антонова Альбина Владимировна**

магистрант кафедры метеорологии,  
климатологии и экологии атмосферы, Казанский  
(Приволжский) федеральный университет;  
Россия, 420008, г. Казань, ул. Кремлевская, 18

**Albina V. Antonova**

Master`s Student, Department of Meteorology,  
Climatology and Ecology of the Atmosphere, Kazan  
(Volga) Federal University;  
18, Kremlevskaya st., Kazan, 420008, Russia

e-mail: AlbiVAntonova@yandex.ru

**Просьба ссылаться на эту статью в русскоязычных источниках следующим образом:**

*Переvedentsev Ю.П., Аль-Маамури С.К., Аухадеев Т.Р., Антонова А.В.* Оценка климатических условий и биоклиматического потенциала Ирака в современный период по данным реанализа // Географический вестник = Geographical bulletin. 2018. №2(45). С. 116–128. doi 10.17072/2079-7877-2018-2-116-128

**Please cite this article in English as:**

*Perevedentsev Y.P., Al-Maamuri S.K., Auhadeev T.R., Antonova A.V.* Evaluation of climatic conditions and bioclimatic potential of Iraq in the modern period with reanalysis data // Geographical bulletin. 2018. №2(45). P. 116–128. doi 10.17072/2079-7877-2018-2-116-128

УДК 504.3.054(571.5)

DOI 10.17072/2079-7877-2018-2-128-138

**ОЦЕНКА ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА ЮЖНОГО ПРИБАЙКАЛЬЯ  
ВЫБРОСАМИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ\*****Саяна Жамсарановна Вологжина**

WoS Researcher ID: N-2525-2016, Scopus ID: 56951195000, ORCID ID: 0000-0001-9248-138X,  
SPIN-код: 9187-8039, Author ID: 643713

e-mail: svologzhina@gmail.com

*Иркутский государственный университет, Иркутск*

**Елена Владимировна Сафонова**

SPIN-код: 9313-7208

e-mail: safonovae14@yandex.ru

*Управление Росприроднадзора по Иркутской области, Иркутск*

На основе метеорологических данных и инвентаризационных данных промышленных предприятий для территории Южного Прибайкалья проведена оценка загрязнения атмосферного воздуха. Методами математической статистики обработаны данные 8-срочных метеорологических наблюдений за вектором скорости ветра и температурой воздуха по 9 метеостанциям с 2010 по 2015 г. с целью получения средних метеорологических характеристик, на основании которых для оценки потенциала самоочищения атмосферы построены климатические эллипсы рассеяния ветрового потока для января, апреля, августа. По математической модели рассчитаны длительность и площадь воздействия концентраций загрязняющих веществ, превышающих установленные нормативы. В качестве входной информации использовались инвентаризационные данные промышленных предприятий и метеорологические характеристики территории. По данным проведённых расчетов

были построены 74 карты-схемы распределения загрязняющих веществ, поступающих от стационарных источников выбросов предприятий рассматриваемых городов. Полученные результаты показали, что почти вся исследуемая территория подвержена воздействию загрязняющих веществ, превышающих установленные нормативы.

**Ключевые слова:** загрязнение, атмосферный воздух, промышленные предприятия, метеорологические наблюдения, потенциал самоочищения атмосферы, моделирование, Южное Прибайкалье

## THE ASSESSMENT OF AIR POLLUTION OF THE SOUTHERN BAIKAL AREA BY EMISSIONS OF INDUSTRIAL ENTERPRISES

**Saiana Zh. Vologzhina**

WoS Researcher ID: N-2525-2016, Scopus ID: 56951195000, ORCID ID: 0000-0001-9248-138X,

SPIN-cod: 9187-8039, Author ID: 643713

e-mail: svologzhina@gmail.com

*Irkutsk State University, Irkutsk*

**Elena V. Safonova**

SPIN-cod: 9313-7208

e-mail: safonovae14@yandex.ru

*Supervision of Natural Resource Usage in Irkutsk region, Irkutsk*

The article studies the contribution of industrial enterprises to air pollution of the Southern Baikal area and provides an assessment of air self-purification potential of this territory. The data of 8-term meteorological observations of the wind velocity vector and air temperature were processed by methods of mathematical statistics. These data of nine weather stations were collected in the period from 2010 to 2015 with the aim to obtain average meteorological characteristics. The atmosphere climatic ellipses of wind stream dispersion in January, April and August were constructed for the assessment of air self-purification potential. In addition, the duration and area of air pollutants' influence were calculated with the use of the mathematical model. Input data in the model are inventory data of enterprises. Seventy four dispersion maps of pollutants from stationary emission sources of enterprises were constructed based on the calculations carried out. These results allow for estimating air pollution of the Southern Baikal area.

**Key words:** pollution, air, industrial enterprises, meteorological observations, air self-purification potential, modeling, Southern Baikal area.

### Введение

В концепции устойчивого развития Байкальского региона важная роль принадлежит рациональному использованию природных ресурсов, в том числе его рекреационного потенциала. Благодаря уникальным свойствам байкальской воды, ландшафтному и биологическому разнообразию прибрежные районы озера предоставляют широкие возможности для развития туризма, реализация которых требует детального изучения природных условий территории, в том числе её климатических особенностей.

Высокая степень орографической изолированности Байкала, температурные различия между поверхностью озера и сушей, наличие тепловой инерции водной массы озера обуславливают здесь свои мезоклиматические особенности, которые оказывают существенное влияние на экологическое состояние озера.

В настоящее время загрязнение атмосферного воздуха является проблемой глобального масштаба. Установлено, что любой живой организм, не нанося себе вред, может переносить определённое количество загрязняющих веществ. При больших количествах проявляются негативные последствия, которые зависят как от концентрации веществ, так и длительности воздействия.

Исследованию вопроса о загрязнении атмосферного воздуха посвящено множество работ, в том числе А.В. Аргучинцевой, О.В. Сташок (2009) [3], Д.В. Корчагина (2004) [6], А. Cantelli (2012) [10], J. M. Stockie (2011) [11], М.Е. Барановой (2015) [4]. В работах рассматриваются различные методики решения задач динамики атмосферы, математические модели распространения примесей с учетом метеорологических и орографических особенностей местности.

На территории Иркутской области сосредоточены крупнейшие предприятия цветной металлургии, химической и нефтехимической, лесоперерабатывающей, теплоэнергетической промышленности и

пр. В частности, на территории Южного Прибайкалья расположен мощный промышленный узел, являющийся основным источником загрязнения атмосферного воздуха. Города Иркутск, Шелехов, Ангарск неоднократно входили в приоритетный список городов с наибольшим уровнем загрязнения атмосферного воздуха.

Загрязнение атмосферного воздуха Южного Прибайкалья рассматривалось в трудах В.К. Аргучинцева, А.В. Аргучинцевой (2007) [2], Э.А. Пьяновой (2015) [9], С.Ж. Вологжиной, А.В. Ахтиманкиной (2013) [5]. Авторами была исследована динамика выбросов промышленных предприятий Южного Прибайкалья, проанализировано состояние атмосферного воздуха по данным постов наблюдений.

### Материалы и методы исследований

Уровень загрязнения воздуха в приземном слое атмосферы определяется количеством поступающих в нее веществ и реальной повторяемостью метеорологических условий, влияющих на природную самоочищающую способность атмосферы [7]. Самоочищение атмосферы – частичное или полное удаление примеси вследствие удаления примесей под воздействием природных процессов. Природный потенциал самоочищения атмосферы во многом обусловлен такими природно-климатическими условиями, как особенности подстилающей поверхности (растительность, рельеф), температурный режим, количество выпадающих осадков, циркуляционные процессы в атмосфере и другие [1].

Для того чтобы оценить потенциал самоочищения атмосферы и получить реальную картину загрязнения атмосферного воздуха Южного Прибайкалья, помимо сбора инвентаризационных данных предприятий городов также были отобраны и обработаны методом математической статистики данные восьмисрочных метеорологических наблюдений за температурой воздуха, направлением и скоростью ветра с 2010 по 2015 г. для января, апреля и августа.

Для оценки степени загрязнения атмосферного воздуха в работе выполнялось моделирование распределения антропогенных выбросов в атмосфере с использованием математической модели, основанной на аналитических решениях дифференциального уравнения, описывающего перенос и турбулентную диффузию примеси [6]. Используемая математическая модель распределения примесей в атмосфере позволяет не только давать диагноз, но и прогнозировать изменение экологической ситуации в зависимости, например, от реконструкции предприятий, смены вида топлива, изменения режима работы, ввода в эксплуатацию новых объектов, выбора варианта оптимального размещения предприятий с точки зрения наименьшей нагрузки на жилые объекты, экологически значимые районы и т.д.

Вклад предприятий в загрязнение атмосферного воздуха над Иркутском, Ангарском, Шелеховом, Черемхово, Байкальском оценивался на основе обработанных данных, которые были взяты из проектов ПДВ, собранных во время прохождения производственной практики в Управлении Росприроднадзора по Иркутской области, а именно: ТЭЦ–9, участок №1 ТЭЦ–9, ТЭЦ–10, ОАО «Ангарская нефтехимическая компания», Исправительная колония №14 г. Ангарска, ООО «Ангарский машиностроительный завод», ОАО «СГ–транс», ООО «Ангара-реактив», ОАО «Пластик», ОАО «Полиформ»–Ангарск; ООО «Ирку–Станко–Сервис», ООО «Иркут–Текс», ОАО «Международный аэропорт Иркутск», ПАО Научно-производственная корпорация «Иркут», филиал ПАО «Иркутскэнерго» Ново-Иркутская ТЭЦ–Иркутск; ООО «Теплосервис», ГК «Гора Соболиная» – Байкальск; ПУ «Разрез» филиала «Разрез «Черемховуголь» ООО «Компания «Востсибуголь», ООО «Рудоремонтный завод, филиал ПАО «Иркутскэнерго» ТЭЦ–12, ООО «Черемховский машиностроительный завод» – Черемхово; ООО «Байкальский завод металлоконструкций», ООО «СУАЛ-ПМ», ООО «Шелеховский асфальто-бетонный завод, Филиал ОАО «РУСАЛ Братск» в г. Шелехов – Шелехов.

На основе математической модели [6] с учетом климатических условий было проведено картирование территории рассматриваемых населенных пунктов с выделением областей, наиболее подверженных загрязнению различными веществами с точки зрения нарушения допустимых норм и времени воздействия отравляющих веществ на живые организмы. Расчеты были проведены по следующим веществам: азот оксид и азота диоксид, сера диоксид, сажа, пыль неорганическая 20–70%, пыль неорганическая до 20%, углерод (сажа), углерод оксид, фториды газообразные, фториды плохо растворимые, аммиак, марганец и его соединения, диЖелезо триоксид, взвешенные вещества, бенз(а)пирен, формальдегид, этилбензол, этанол, углеводороды предельные C1-C5, C6-C11, ксилол, толуол, бензол, серная кислота, диАлюминий триоксид, углеводороды по керосину, смолистые вещества, зола угольная.

### Результаты и их обсуждение

Потенциал самоочищения атмосферы над рассматриваемыми населенными пунктами для наглядности был представлен в виде климатических эллипсов рассеяния ветрового потока. Основываясь на полученных результатах, в локальной декартовой системе координат ( $U_0V_0$ ) с последующим ее параллельным переносом в точку с началом координат, совпадающим со средними значениями составляющих векторов скорости ветра (центры эллипсов рассеивания) и поворотом на расчетный угол, построены эллипсы рассеяния (рис. 1–3). Полуоси эллипсов для каждого месяца и метеостанций рассчитаны из соображений вероятности попадания конца вектора скорости ветра в площадь эллипса.

На рис. 1 приведены климатические эллипсы рассеяния ветрового потока в январе. В январе рассеяние, близкое к круговому, наблюдается в Байкальске, Черемхово, Иркутске – загрязняющие вещества не переносятся на удаленное расстояние и осаждаются вблизи источников выбросов. Для метеостанций Исток Ангары, Большое Голоустное, Култук наиболее благоприятные условия для рассеяния – рассеяние примеси эллиптическое.

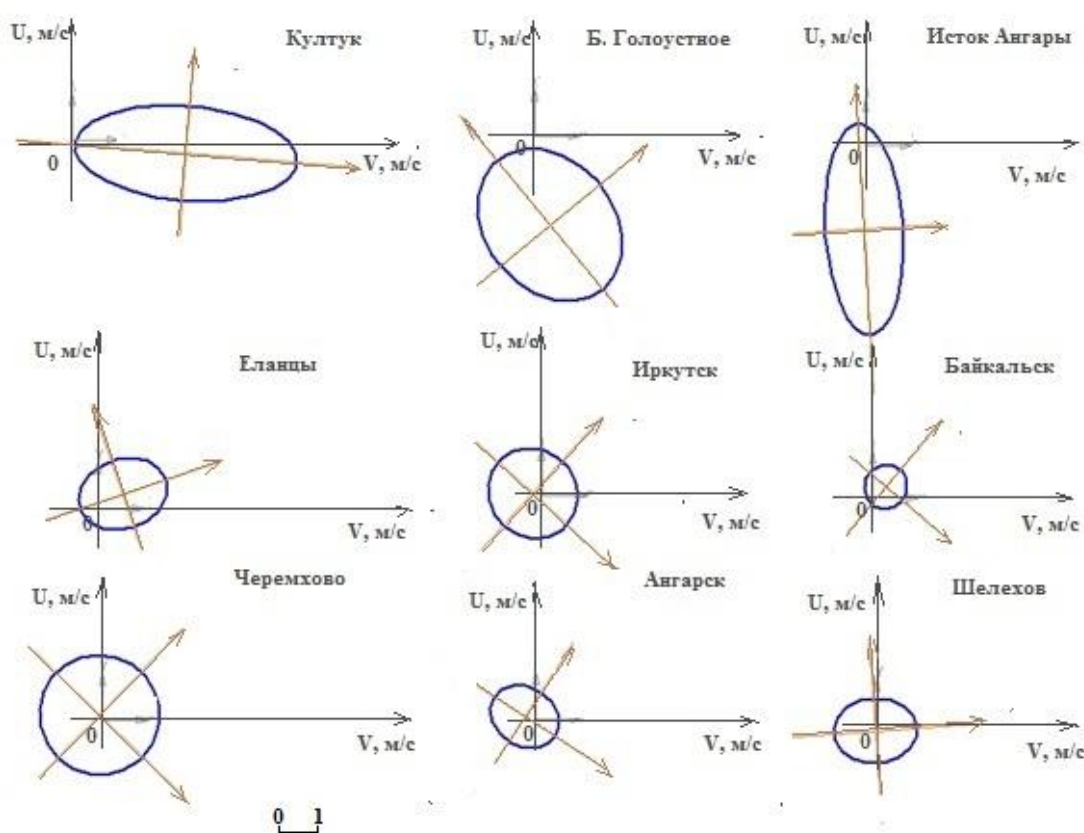


Рис. 1. Климатические эллипсы рассеяния ветрового потока в январе

На рис. 2 изображены климатические эллипсы рассеяния ветрового потока в апреле. Рассеяние, близкое к круговому, отмечено для Большого Голоустного, Шелехова, Черемхово, Байкальска, Ангарска. На рис. 3 показаны климатические эллипсы рассеяния ветрового потока в августе. Рассеяние, близкое к круговому, отмечено для Черемхово, Большого Голоустного, Байкальска, Ангарска. Благоприятные условия для рассеяния примеси в этот период наступают для Шелехова, Еланцов, Иркутска, Култука, Истока Ангары.

Наибольшие площади климатических эллипсов рассеивания примеси соответствуют весеннему периоду. Весной происходит смена режима циркуляции с зимних форм на летние, сопровождающаяся активизацией циклонической деятельности, что увеличивает радиус рассеивания примеси, повышая при этом потенциал самоочищения атмосферы.

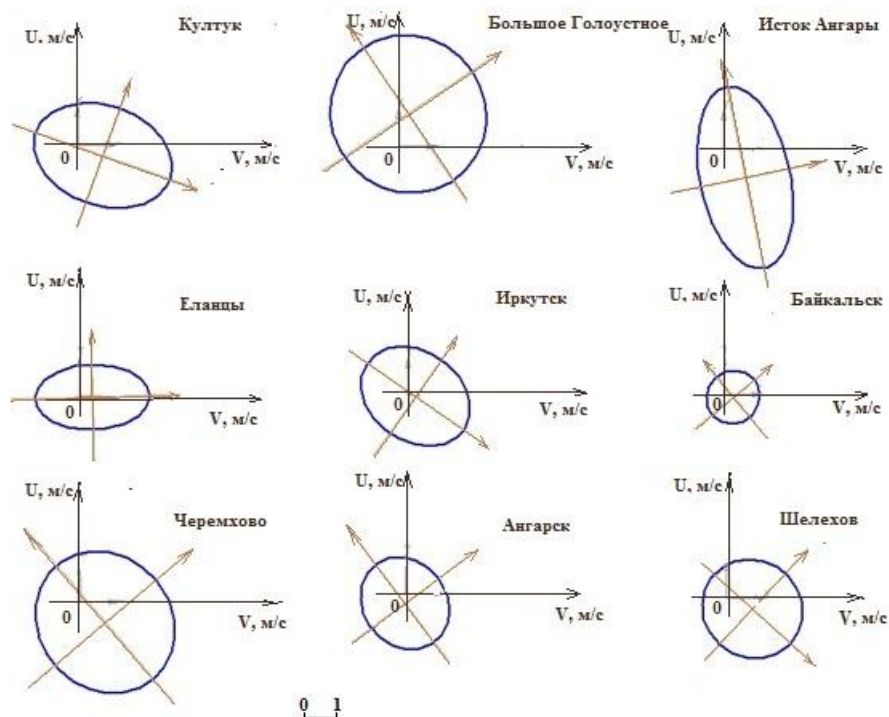


Рис.2. Климатические эллипсы рассеяния ветрового потока в апреле

Наименьшие площади эллипсов характерны для зимнего периода континентальных метеостанций. В это время на территории области господствует обширный Азиатский антициклон. Антициклональный тип погоды сопровождается частыми штилями, что приводит к накоплению примеси в приземных слоях атмосферы. Значительные концентрации вредных ингредиентов скапливаются на относительно небольшой территории. В августе площади климатических эллипсов рассеяния несколько меньше, чем в апреле.

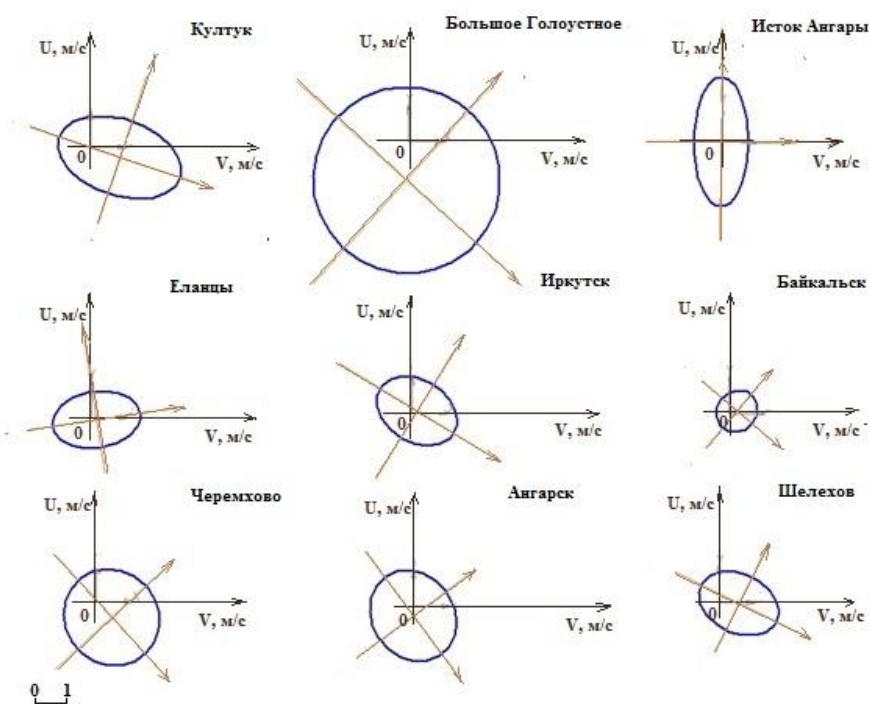


Рис.3. Климатические эллипсы рассеяния ветрового потока в августе

Результаты расчетов степени эллиптичности рассеяния ветрового потока показали, что среди метеостанций за рассматриваемые месяцы (январь, апрель, август) наблюдается рассеяние векторов скорости ветра, близкое к круговому, в Байкальске, Черемхово, Ангарске, что неблагоприятно для рассеяния примеси. При этом площади эллипсов рассеяния в Черемхово больше, нежели в Ангарске и Байкальске: примесь оседает вокруг источников выбросов, но на более дальнее расстояние по сравнению с вышеуказанными метеостанциями.

В апреле для всех метеостанций наблюдаются максимальные площади климатических эллипсов рассеяния ветрового потока за счет активизации циклонической деятельности.

В Шелехове, Иркутске, Еланцах, в целом, рассеяние примеси близкое к эллиптическому. Наименьшие эллипсы рассеяния примеси в январе, примесь оседает на небольшом расстоянии относительно источников выбросов. Для Шелехова рассеяние, близкое к круговому, отмечено в апреле, в Иркутске – в январе.

Наибольшие площади климатических эллипсов рассеяния ветрового потока среди рассматриваемых метеостанций во все периоды отмечены для Большого Голоустного, Култука, Истока Ангары, что благоприятно для рассеяния примеси, а также рассеяние эллиптическое. В апреле эллипсы рассеяния примеси Большого Голоустного и Истока Ангары имеют наибольшие площади по сравнению с августом и январем, следовательно, это самое благоприятное время для рассеяния примеси, если бы здесь находились предприятия. В Култуке в августе эллипс рассеяния примеси меньше, чем в апреле и январе, условия рассеяния примеси по метеорологическим характеристикам создаются несколько хуже.

По данным моделирования распределения примесей в атмосфере были построены 74 карты-схемы распределения загрязняющих веществ, поступающих от стационарных источников городов: Ангарска, Иркутска, Шелехова, Черемхово, Байкальска. Превышение среднесуточной ПДК выявлено для Ангарска – по бенз(а)пирену, диоксиду и оксиду азота, диоксиду серы, аммиаку, саже, оксиду углерода; для Черемхово – по золе, диоксиду и оксиду азота; для Шелехова – по бенз(а)пирену, диоксида алюминия триоксиду, фторидам плохо растворимым, фторидам газообразным, пыли неорганической 20–70%; для Байкальска – по пыли неорганической 20–70%, саже, диоксиду серы, диоксиду азота; для Иркутска – по саже, диоксиду азота, диоксиду серы.

Для наглядного представления полученных результатов далее будут представлены некоторые карты-схемы. Входные данные – высота и диаметр трубы (м), координаты источников выбросов по карте-схеме (м), температура (°С) и скорость (м/с) выхода ГВС, мощность выброса (г/с). Расчеты были проведены для зимних месяцев, а именно января, как неблагоприятных для рассеяния примесей, и когда объекты теплоэнергетики работают на полную мощность, для весенних месяцев (апреля), когда осуществляется смена режима циркуляции с зимних форм на летние, сопровождающаяся активизацией циклонической деятельности, что увеличивает радиус рассеивания примеси, тем самым повышая потенциал самоочищения атмосферы, для летних месяцев (августа) – как теплое время года, когда объекты теплоэнергетики работают в минимальном режиме.

На рис. 4 показана частота превышения среднесуточной ПДК диоксида азота в г. Байкальске в январе. Наибольшее превышение среднесуточной ПДК диоксида азота в январе составило 120 ч (5 дней) в месяц, особо опасная зона – непосредственно на промплощадке ООО «Теплоснабжение». Вся территория города подвержена воздействию загрязняющего вещества.

Изолиния 24 оконтуривает область, в которой не менее 24 ч в месяц концентрация диоксида азота превышает установленную среднесуточную ПДК, равную 0,04 мг/м<sup>3</sup>. Изолинии проведены с шагом 24 ч. Наибольшее превышение среднесуточную ПДК составляет более 120 ч (5 дней) в месяц.

На рис. 5 показана частота превышения среднесуточной ПДК фторидов газообразных в г. Шелехов в апреле.

Изолиния 24 оконтуривает область, в которой не менее 24 ч в месяц концентрация фторидов газообразных превышает установленную среднесуточную ПДК, равную 0,01 мг/м<sup>3</sup> в апреле. Изолинии проведены с шагом 48 ч. Наибольшее превышение установленного норматива составило 696 ч (29 дней) в месяц – непосредственно на промплощадках филиала ОАО «РУСАЛ Братск» в г. Шелехов, ОАО «СУАЛ-ПМ». В зоне превышения среднесуточной ПДК находится вся территория города.

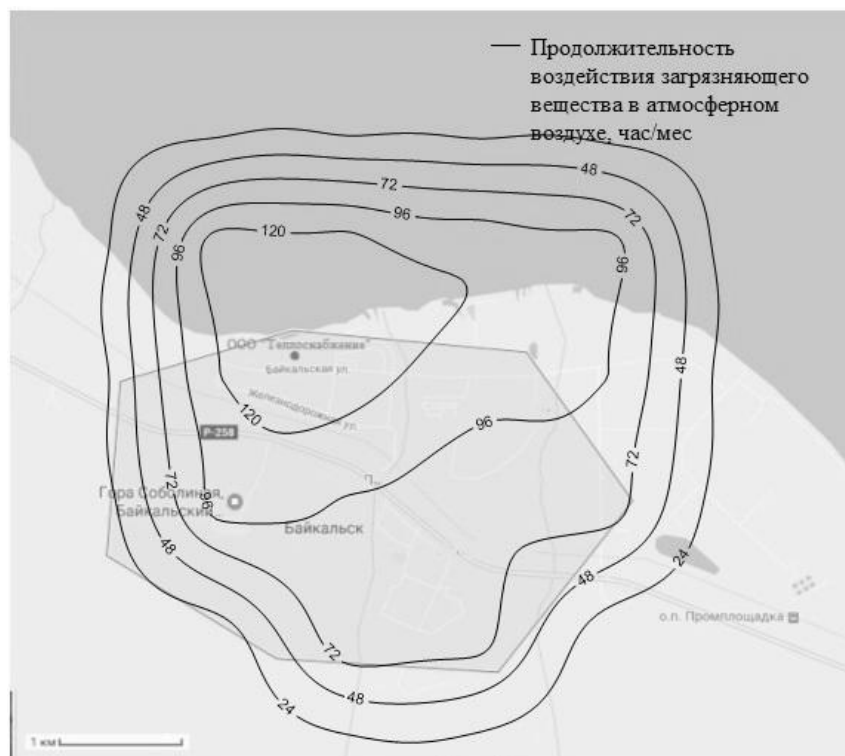


Рис. 4. Частота превышения ПДК с.с. диоксида азота в г. Байкальске в январе

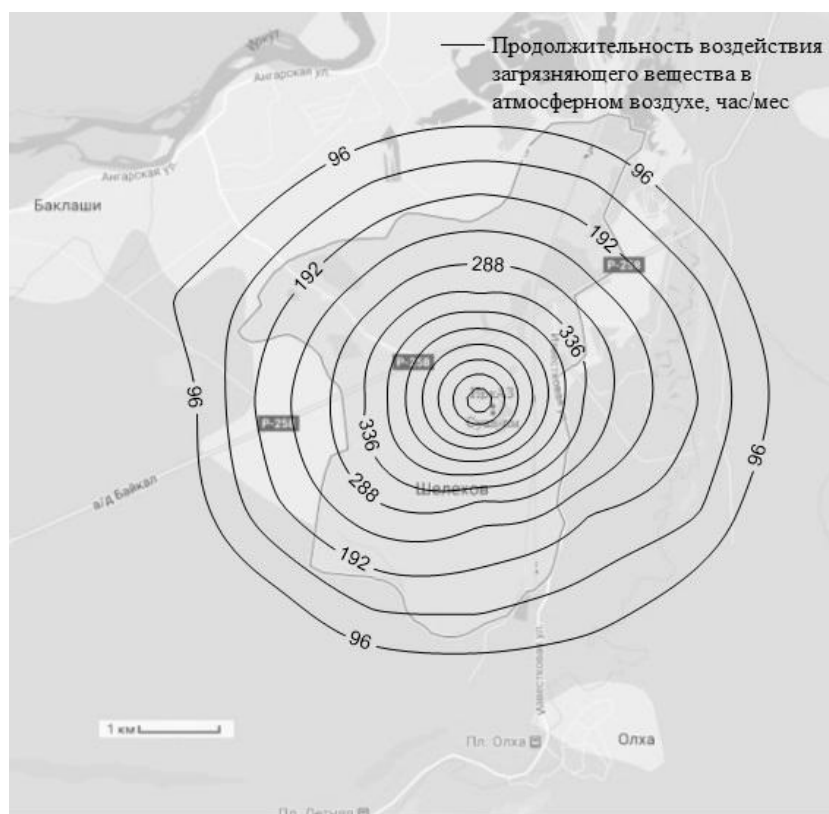


Рис. 5. Частота превышения ПДК с.с. фторидов газообразных в г. Шелехов в апреле

На рис. 6 показана частота превышения среднесуточной ПДК диоксида азота в г. Ангарске в апреле. Наибольшее превышение среднесуточной ПДК диоксида азота в апреле составило 288 ч (12 дней) в месяц. Особо опасная зона – непосредственно на промплощадках ТЭЦ–9, участка №1 ТЭЦ–9, АНХК, ТЭЦ–10. Почти вся территория города подвержена воздействию загрязняющего вещества.



Рис. 6. Частота превышения ПДК с.с. диоксида азота в г. Ангарске в апреле

На рис. 6 изолиния 72 оконтуривает область, в которой не менее 72 ч в месяц концентрация диоксида азота превышает установленную среднесуточную ПДК, равную  $0,04 \text{ мг/м}^3$ . Изолинии проведены с шагом 24 ч. Наибольшее превышение среднесуточной ПДК составляет более 288 ч (12 дней) в месяц.

### Выводы

На территории Южного Прибайкалья расположен мощный промышленный узел, который является основным источником загрязнения атмосферного воздуха, в результате чего качество атмосферного воздуха является приоритетным вопросом.

Проведя анализ полученных климатических эллипсов рассеяния ветрового потока, был сделан вывод, что наибольшим потенциалом самоочищения атмосферы среди рассмотренных метеостанций, исходя из метеорологических условий, обладают Исток Ангары, Большое Голоустное, Култук. Если бы на близлежащей территории возле этих метеостанций размещались предприятия, это было бы наиболее благоприятно для рассеяния примеси. В Байкальске, Черемхово, Ангарске наблюдается рассеяние ветрового потока, близкое к круговому, что неблагоприятно для рассеяния примеси. В Шелехове, Иркутске, Еланцах отмечается рассеяние ветрового потока близкое к эллиптическому. Тем не менее на территории городов расположены крупные предприятия, выбросы загрязняющих веществ которых создают концентрации, опасные для населения.

По данным проведенных расчетов были построены 74 карты-схемы распределения загрязняющих веществ, поступающих от стационарных источников выбросов предприятий рассматриваемых городов. На территории промплощадок предприятий, так и за их пределами в рассматриваемые периоды превышения среднесуточной ПДК различных веществ изменяются от 24 ч до следующих значений.

Превышение среднесуточной ПДК выявлено для:

- Ангарска – по бенз(а)пирену (72 час/мес. в январе, 24 час/мес. в апреле), диоксиду азота (432 час/мес. в январе, 288 час/мес. в апреле), оксиду азота (144 час/мес. в январе), диоксиду серы (456 час/мес. в январе, 480 час/мес. в апреле), аммиаку (192 час/мес. в январе, 72 час/мес. в апреле, 144



час/мес. в августе), саже (192 час/мес. в январе, 72 час/мес. в апреле, 120 час/мес. в августе), оксиду углерода (408 час/мес. в январе, 312 час/мес. в апреле, 360 час/мес. в августе);

- для Черемхово – по золе (216 час/мес. в январе, 192 час/мес. в апреле, 48 час/мес. в августе), диоксиду азота (120 час/мес. в январе);

- для Шелехова – бенз(а)пирену (720 час/мес. в рассматриваемые месяцы), диоксида алюминия (744 час/мес. в январе и в августе, 696 час/мес. в апреле), фторидам плохо растворимым (480 час/мес. в апреле), фторидам газообразным (696 час/мес. в апреле), пыли неорганической 20–70% (168 час/мес. в апреле);

- для Байкальска – по пыли неорганической 20–70% (72 час/мес. в январе, 48 час/мес.), саже (672 час/мес. в январе и в апреле, 600 час/мес. в апреле), диоксиду серы (456 час/мес. в январе, 480 час/мес. в апреле), диоксиду азота (144 час/мес. в в январе, 72 час/мес. в апреле, 96 час/мес. в августе);

- для Иркутска – по саже (384 час/мес. в январе, 288 час/мес. в апреле, 360 час/мес. в августе), диоксиду азота (480 час/мес. в январе, 288 час/мес. в апреле), диоксиду серы (408 час/мес. в январе, 216 час/мес. в апреле).

Большая часть территории городов подвержена воздействию загрязняющих веществ, превышающих установленные нормативы.

### Библиографический список

1. *Анализ природного* потенциала самоочищения атмосферы на территории России// *Ecolocate Экология*. URL: <http://www.ecolocate.ru/locats-680-1.html> (дата обращения: 3.05.2016).

2. *Аргучинцев В.К., Аргучинцева А.В.* Моделирование мезомасштабных гидротермодинамических процессов и переноса антропогенных примесей в атмосфере и гидросфере региона оз. Байкал. Иркутск: Изд-во Иркут. гос. ун-та, 2007. 255 с.

3. *Аргучинцева А.В., Сташок О.В.* Оценка антропогенного загрязнения атмосферы города (на примере г. Братска) // *Изв. Иркут. гос. ун-та. Сер. Науки о Земле*. 2009. №1. С. 25–34.

4. *Баранова М.Е., Гаврилов А.С., Харченко Е.В.* Метод учета застройки в задаче переноса и рассеяния в атмосфере нуклидов от аварийных выбросов АЭС // *Учен. зап. СПб.*, 2015. №40. С. 214–220. URL: <http://docplayer.ru/34645606-Ministerstvo-obrazovaniya-i-nauki-rossiyskoy-federacii-uchenye-zapiski-rossiyskogo-gosudarstvennogo-gidrometeorologicheskogo-universiteta.html> (дата обращения: 15.04.2016).

5. *Воложжина С.Ж., Ахтиманкина А.В.* Оценка экологического состояния атмосферного воздуха Южного Прибайкалья // *Изв. Иркут. гос. ун-та. Сер. Науки о Земле*. 2013. №2. С. 76–88.

6. *Корчагин Д.В.* Моделирование распространения примесей от выбросов промышленных предприятий и автотранспорта в атмосфере г. Липецка // *ГИС и окружающая среда*. 2004. №4(31). URL: [https://www.esri-cis.ru/news/arcreview/detail.php?ID=1877&SECTION\\_ID=50](https://www.esri-cis.ru/news/arcreview/detail.php?ID=1877&SECTION_ID=50) (дата обращения: 01.06.2017).

7. *Линевич Н.Л., Сорокина Л.П.* Климатический потенциал самоочищения атмосферы: опыт разномасштабной оценки // *География и природные ресурсы*. 1992. №4. С.160–165.

8. Моделирование и управление процессами регионального развития / под ред. Васильева С.Н. М.: Физматлит, 2001. 431 с.

9. *Пьянова Э.А., Фалейчик Л.М.* Сценарное моделирование процессов переноса примеси в атмосфере Южного Прибайкалья // *Вест. ЗабГУ. Сер. Науки о Земле*. 2015. №08(123). С. 30–38. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/stsenarnoe-modelirovanie-protsessov-perenosa-primesi-v-atmosfere-yuzhnogo-pribaykalya> (дата обращения: 05.05.2017).

10. *Cantelli A., Leuzzi G., Monti P., Viotti P.* An inverse modeling approach for estimating vehicular emissions in urban coastal areas of the Messina Strait // *International Journal of Environment and Pollution*. 2012. P.274–282. URL: [https://www.researchgate.net/publication/258383076\\_An\\_inverse\\_modelling\\_approach\\_for\\_estimating\\_vehicular\\_emissions\\_in\\_urban\\_coastal\\_areas\\_of\\_the\\_Messina\\_Strait](https://www.researchgate.net/publication/258383076_An_inverse_modelling_approach_for_estimating_vehicular_emissions_in_urban_coastal_areas_of_the_Messina_Strait) (дата обращения: 01.04.2017).

11. Stockie J.M. The mathematics of atmospheric dispersion modelling // *Society for Industrial and Applied Mathematics*. 2011. Vol. 53. №2, P.349-372. URL: [https://www.researchgate.net/publication/220116512\\_The\\_Mathematics\\_of\\_Atmospheric\\_Dispersion\\_Modeling](https://www.researchgate.net/publication/220116512_The_Mathematics_of_Atmospheric_Dispersion_Modeling) (дата обращения: 10.03.2016).

## References

1. Analysis of natural potential of air self-purification on territory of Russia Ecolocate Ecology (2015), available at: <http://www.ecolocate.ru/locats-680-1.html> (Accessed 3 May 2016).
2. Arguchintsev, V.K. and Arguchintseva, A.V. (2007) *Modelirovanie mezomasshtabnikh gigrotermodinamicheskikh processov I perenosa antropogennikh primesey v atmosphere i gidrosfere regiona oz.Baikal* [Modelling of mezolarge-scale hydrothermodynamic processes and transport of anthropogenic contaminant in atmosphere and hydrosphere of region of lake Baikal]. Publishing house of Irkutsk State University, Irkutsk, Russia.
3. Arguchintseva, A.V. and Stashok, O.V. (2009) "The assessment of anthropogenic pollution of city air (on example of Bratsk city)". *The Bulletin of Irkutsk State University. Series «Earth Sciences»*. №1. pp.25-34.
4. Baranova, M.E., Gavrilov, A.S. and Khatchenko, E.V. (2015) "The method of accounting of building in task of transport and dispersion of nuclides in atmosphere from emergency emissions of NPP". *Uchenie zapiski*. St.Petersburg. №40: Ecology. pp.214-220.
5. Vologzhina, S.Zh. and Akhtimankina, A.V. (2013) "The assessment of the ecological state of the air of the Southern Baikal". *The Bulletin of Irkutsk State University. Series «Earth Sciences»*. №2. pp. 76-88.
6. Korchagin, D.V. (2004) "The modelling of dispersion contaminant from emissions of industry and autotransport in Lipetsk atmosphere". *GIS i okruzhayushchaya sreda*. №4 (31), available at: [https://www.esri-cis.ru/news/acreview/detail.php?ID=1877&SECTION\\_ID=50](https://www.esri-cis.ru/news/acreview/detail.php?ID=1877&SECTION_ID=50) (Accessed 01 June 2017).
7. Linevich, N.L. and Sorokina, L.P. (1992). "Climatic potential of air self-purification: experience of different-scale assessment". *Geography and natural resources*. №4. pp.160-165.
8. Vasil'ev, S.N. (ed.) (2001) *Modelirovanie i upravlenie protsesami regional'nogo razvitiya* [Modeling and administration of processes of regional development]. Fizmatlit, Moscow, Russia.
9. P'yanova, E.A. and Falejchik, L.M. (2015) "Scenario modelling of processes of contaminant transport in atmosphere of Southern Baikal". *Transbaikal State University Journal, Series «Earth Sciences»*. №08(123). pp.30-38.
10. Cantelli, A., Leuzzi, G., Monti, P. and Viotti, P. (2012) "An inverse modeling approach for estimating vehicular emissions in urban coastal areas of the Messina Strait". *International Journal of Environment and Pollution*. pp.274–282, available at: [https://www.researchgate.net/publication/258383076\\_An\\_inverse\\_modelling\\_approach\\_for\\_estimating\\_vehicular\\_emissions\\_in\\_urban\\_coastal\\_areas\\_of\\_the\\_Messina\\_Strait](https://www.researchgate.net/publication/258383076_An_inverse_modelling_approach_for_estimating_vehicular_emissions_in_urban_coastal_areas_of_the_Messina_Strait) (Accessed: 01 April 2017).
11. Stockie, J.M. (2011) "The mathematics of atmospheric dispersion modelling". *Society for Industrial and Applied Mathematics*. Vol. 53. №2. pp.349-372. available at: [https://www.researchgate.net/publication/220116512\\_The\\_Mathematics\\_of\\_Atmospheric\\_Dispersion\\_Modeling](https://www.researchgate.net/publication/220116512_The_Mathematics_of_Atmospheric_Dispersion_Modeling) (Accessed:10 March 2016).

Поступила в редакцию: 09.08.2017

## Сведения об авторах

**Вологжина Саяна Жамсарановна**

Кандидат географических наук, доцент кафедры гидрологии и природопользования Иркутского государственного университета; 664003, г.Иркутск, ул.К.Маркса,1, географический факультет

e-mail: [svologzhina@gmail.com](mailto:svologzhina@gmail.com)

**Сафонова Елена Владимировна**

Специалист-эксперт отдела экологического нормирования Управления Росприроднадзора по Иркутской области; 664025, г. Иркутск, ул.Российская, 17

e-mail: [safonovae14@yandex.ru](mailto:safonovae14@yandex.ru)

## About the authors

**Saiana Zh.Vologzhina**

Candidate of Geographical Sciences, Associate Professor, Department of Hydrology and Environmental Management, Irkutsk State University; 1, K.Marksa st., Irkutsk, 664003, Russia

**Elena V. Safonova**

Specialist-Expert, Department of Environmental Load Rationing, Federal Service for Supervision of Natural Resource Usage in Irkutsk region; 17, Rossiyskaya st., Irkutsk, 664025, Russia

**Просьба ссылаться на эту статью в русскоязычных источниках следующим образом:**

*Вологжина С.Ж., Сафонова Е.В.* Оценка загрязнения атмосферного воздуха Южного Прибайкалья выбросами промышленных предприятий // Географический вестник = Geographical bulletin. 2018. №2(45). С. 128–138. doi 10.17072/2079-7877-2018-2-128-138

**Please cite this article in English as:**

*Vologzhina S.Zh., Safonova E.V.* The assessment of air pollution of the Southern Baikal area by emissions of industrial enterprises // Geographical bulletin. 2018. №2(45). P. 128–138. doi 10.17072/2079-7877-2018-2-128-138

УДК 632.914

DOI 10.17072/2079-7877-2018-2-138-144

**СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА МЕТОДОВ КРАТКОСРОЧНОГО ПРОГНОЗА  
ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА****Людмила Николаевна Ермакова**

ORCID ID: 0000-0002-0890-4448, Researcher ID: V-3898-2017, SPIN-код: 3190-8770, Author ID: 119322

e-mail: lnermak@psu.ru

*Пермский государственный национальный исследовательский университет, Пермь***Дарья Владимировна Машьянова***Пермский государственный национальный исследовательский университет, Пермь*

Рассматриваются результаты прогноза температуры воздуха по г. Перми с применением нескольких расчетно-статистических методов. Анализируется оправдываемость методов прогноза температуры воздуха при разных синоптических ситуациях. Выявлены наиболее приемлемые методы прогноза при конкретных синоптических ситуациях. Сопоставляются результаты прогноза температуры воздуха по месяцам. Установлено, что при прохождении через пункт прогноза тёплых атмосферных фронтов лучше оправдываются прогнозы минимальной температуры воздуха, если давление в центрах циклонов не превышает 995–1003 гПа. При прохождении холодных атмосферных фронтов прогноз становится менее успешным при увеличении скорости смещения циклонов до 6–16 м/с в сочетании с давлением в центрах циклонов менее 995–997 гПа. Рекомендуется использовать в качестве вспомогательного один из расчетно-статистических методов прогноза в зависимости от ожидаемой синоптической обстановки.

Ключевые слова: экстремальная температура воздуха, прогноз температуры воздуха, синоптическая ситуация, оправдываемость прогноза.

**COMPARATIVE ASSESSMENT OF THE METHODS FOR AIR TEMPERATURE  
SHORT-TERM FORECASTING****Lyudmila N. Ermakova**

ORCID ID: 0000-0002-0890-4448, Researcher ID: V-3898-2017, SPIN-cod: 3190-8770, Author ID: 119322

e-mail: lnermak@psu.ru

*Perm State University, Perm***Darya V. Mashyanova***Perm State University, Perm*

The paper discusses the results of air temperature forecasting in Perm with the use of several calculation and statistical methods. The reliability of the air temperature forecasting methods at different synoptic situations is analyzed. The most appropriate methods for specific synoptic situations are identified. The air temperature forecast results are compared by months. It has been established that in case warm atmospheric fronts are passing through the forecast point, minimum air temperature predictions are more correct if the pressure in