

Данный файл является фрагментом электронной копии издания,  
опубликованного со следующими выходными данными:

УДК 338:91 + 332.146.2

ББК 65.9(2Р)-2

И 654

DOI 10.36264/978-5-89665-386-8-2024-022-410

*Рецензенты:*

д.э.н. Балакина Г.Ф., д.э.н. Зандер Е.В., д.э.н. Дубровская Ю.В.

И 654 **Инклюзивное развитие ресурсных регионов /** под редакцией  
Г.И. Поподько и А.И. Пыжева. – Новосибирск: Изд-во ИЭОПП СО  
РАН, 2024. – 410 с.

ISBN 978-5-89665-386-8

В монографии рассмотрены теоретические вопросы и адаптированные к региональному уровню методики оценки инклюзивности. Определены факторы, влияющие на инклюзивное развитие экономики ресурсных регионов. Разработан и обоснован механизм повышения инклюзивного роста региональной экономики. Результатом проведенного исследования следует считать оценку инклюзивного развития ресурсных и нересурсных регионов Российской Федерации, Ангаро-Енисейского макрорегиона, Красноярского края как типичного региона ресурсной специализации.

Книга предназначена для научных работников, специалистов региональных органов управления, преподавателей высшей школы, студентов, аспирантов, а также для всех тех, кто изучает проблемы управления инклюзивным развитием регионов.

*Монография выполнена в рамках государственного задания по плану НИИР СО РАН. Проект 5.6.3.2. (0260-2021-0005) «Движущие силы и механизмы развития кооперационных и интеграционных процессов в экономике Сибири». № 121040100279-5*

УДК 338:91 + 332.146.2

ББК 65.9(2Р)-2

ISBN 978-5-89665-386-8

© ИЭОПП СО РАН, 2024

© Коллектив авторов, 2024

С учетом выявленных разрывов в подушевом потреблении картонно-бумажной продукции в России и ряде зарубежных стран, можно говорить о достаточном потенциале роста внутреннего спроса на изделия целлюлозно-бумажной промышленности. Для этого необходим опережающий рост доходов населения.

### **7.3. Влияние природных пожаров на качество воздуха в городе Красноярске**

Природный пожар – это естественный процесс жизнедеятельности большинства экосистем, способствующий обновлению растительного покрова, сокращению популяции вредителей и поддержанию высокого уровня конкуренции в рамках естественного отбора [Харук, Пономарев, 2017]. С другой стороны, пожары несут большой ущерб для экономики и общества: разрушение жилищ и инфраструктуры, задымление воздуха, непосредственная угроза жизни и здоровью людей – всё это определяет необходимость в изучении природы пожаров и развитии мер их предупреждения и ликвидации.

Масштабные лесные пожары ведут к выбросу в атмосферу больших объемов сажи, оксида азота, серы и парниковых газов [Reddington et al., 2015; Cusworth et al., 2018]. Все эти вещества могут оказывать негативное влияние на здоровье людей, вызывая заболевания легких и сердечно-сосудистой системы. Негативное влияние природных пожаров на здоровье и самочувствие людей, опосредованное ухудшением качества воздуха, подтверждается множеством эмпирических исследований (например: [Crippa et al., 2016; Park et al., 2024; Roberts, Wooster, 2021]). Естественно, выраженность проблемы загрязнения атмосферного воздуха от природных пожаров варьируется для разных населенных пунктов: определяющими факторами являются интенсивность окрестных пожаров, пространственное размещение населенного пункта и параметры розы ветров.

Целью исследования является оценка влияния природных пожаров в южных районах Красноярского края на качество воздуха

в городе Красноярске<sup>1</sup>, в свою очередь данная работа, призвана проанализировать обобщенное влияние природных пожаров на качества красноярского воздуха. Особенно актуальным данное исследование становится в связи с неуклонным ростом численности и продолжительности природных пожаров на всей территории России<sup>2</sup>. Отдельно отмечается учащение возгораний на севере страны [Лозин и др., 2022], вызванное, вероятно, изменением климата, а также постоянно растущее число пожаров по вине человека<sup>3</sup>.

В качестве основного источника информации о природных пожарах использованы данные МЧС России, опубликованные проектом ИНИД<sup>4</sup>. Указанный набор данных содержит информацию о месте и времени возникновения пожаров на территории России, выявленных с помощью спутникового наблюдения. Данные представлены в суточном разрезе, период наблюдения составил десять лет – с 2012 по 2021 годы<sup>5</sup>. Мы предполагаем, что количество точек возгораний определяет интенсивность пожаров в определенных пространственных и временных разрезах.

Первичные данные о качестве воздуха в Красноярске получены с помощью Объединенной системы мониторинга КНЦ СО РАН<sup>6</sup>, агрегирующий оперативные данные с существующей в городе сети стационарных метеорологических станций: доступна информация о концентрации в воздухе твердых частиц, индекс качества атмосферного воздуха и различные погодные показате-

---

<sup>1</sup> Например: Красноярск накрыло дымом от лесных пожаров // РБК. 2019. 13 дек. URL: <https://www.rbc.ru/rbcfreenews/5d29a7329a79474b2208c3ef> (дата обращения: 01.03.2024)

<sup>2</sup> Сопутствующие исследованию авторские материалы о динамике пожаров на территории России представлены по ссылке далее. URL: <https://t.me/c/1922648428/46>

<sup>3</sup> Алеев Е. Статистика по лесным пожарам в России. Размер ущерба и анти-рекорды // ТАСС. 2022. 10 мая. URL: <https://tass.ru/info/14586659> (дата обращения: 01.03.2024)

<sup>4</sup> ИНИД – Пожары в России: данные о местах и типах природных пожаров за 2012–2021 гг. URL: <http://data.rcsi.science/data-catalog/datasets/202/> (дата обращения: 20.02.2024)

<sup>5</sup> Более подробное описание данных доступно в указанной ссылке на источник.

<sup>6</sup> КНЦ СО РАН – Объединенная система мониторинга качества воздуха. URL: <https://air.krasn.ru> (дата обращения: 20.02.2024)

ли. Минимальный доступный разрез времени составляет один час, первые замеры доступны с 2017 года по настоящее время.

Зависимости рассматриваются на примере южных районов Красноярского края. Выбор данной территории обусловлен непосредственной близостью территорий к г. Красноярску и потенциальной доступностью для развития инфраструктуры. Карта территории представлена на рис. 8.1а.

Первичные данные были обработаны следующим образом: для пожаров – отобраны точки возгорания, принадлежащие к исследуемой территории и рассчитаны суммарные суточные значения количества возгораний; для показателей качества воздуха и погоды – рассчитаны медианные суточные значения показателей в городе Красноярске. В рамках оценки влияния природных пожаров на качество воздуха в Красноярске, период наблюдения был сокращен до четырех лет, с 2018 по 2021 годы, в силу сопоставимости показателей и качества отдельных данных.

*Обзор временных и пространственных различий интенсивности природных пожаров на юге Красноярского края.* Анализ доступных данных о пожарах позволяет сделать следующие выводы. (1) В течение исследуемого периода количество точек возгорания на исследуемой территории имеет неустойчивую тенденцию к увеличению (рис. 7.4 б), что может быть связано с естественной динамикой экосистем или с обозначенными выше негативными тенденциями. (2) Наиболее распространенными типами пожаров являются контролируемый и неконтролируемый палы – пожары, вызванные человеком намеренно для ревитализации растительности в сельском хозяйстве и других хозяйственных целях. (3) В рамках модельного периода, активности природных пожаров обычно составляет от шести до семи месяцев – с апреля по октябрь каждого года, при этом наибольшее количество пожаров наблюдается в июне и июле. Последний результат важен для последующего анализа.

Дополнительно наблюдаются выраженные пространственные различия в локализации пожаров разных типов (рис. 7.5).

Основные выводы. (1) Для обобщенной группы пожаров можно выделить три наиболее выраженных пространственных аттрактора – северо-восточные территории исследуемой области, территории на востоке и на западе от города Красноярска. (2)

Лесные пожары в основном локализируются на севере изучаемой области, богатой лесной растительностью. (3) Контролируемые и неконтролируемые палы локализируются на территориях к западу и востоку от Красноярска, и на северо-востоке изучаемой области – первое абсолютно симметрично распределению плотности населения людей на данной территории, второе требует дальнейшего изучения.

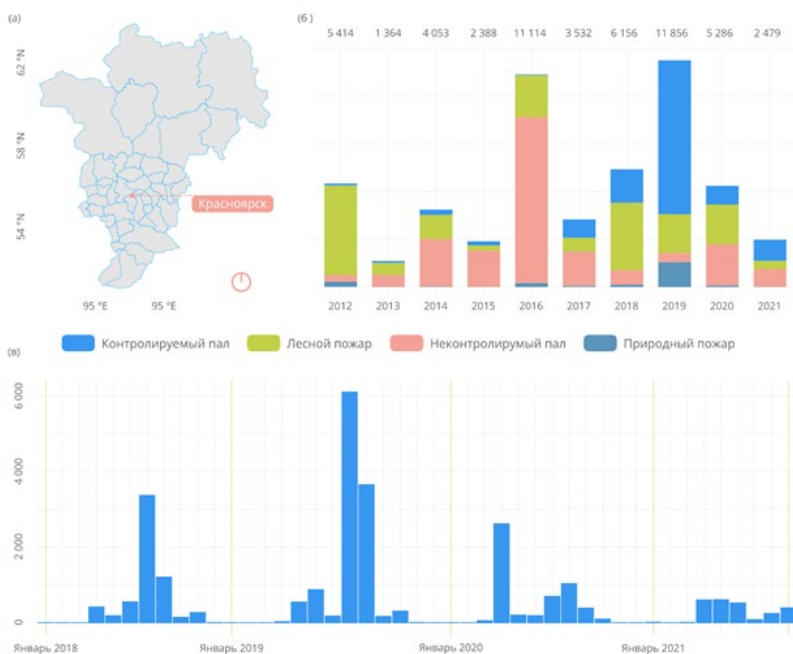


Рис. 7.4 (а) исследуемая территория;  
 (б) динамика и структура природных пожаров по происхождению в южных районах Красноярского края, 2012–2021 гг.;  
 (в) сезонная динамика частот природных пожаров в южных районах Красноярского края, 2018–2021 гг.

Источник: составлено автором на основе данных ИНИД.

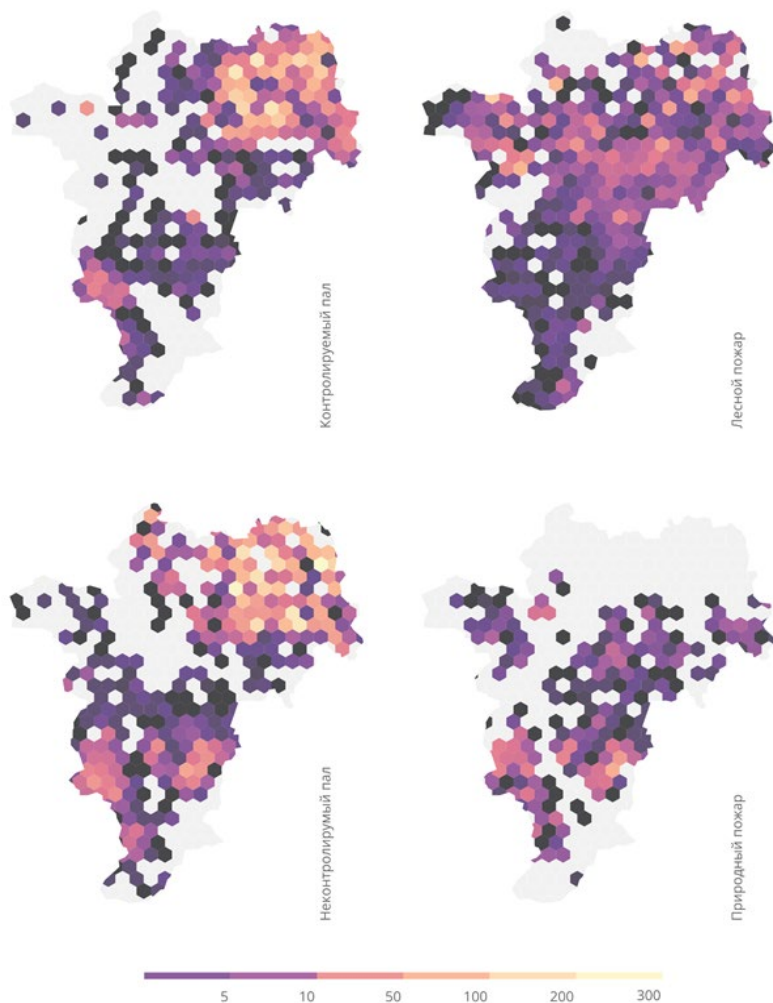


Рис. 7.5. Медианные годовые значения количества пожаров по типам, 2012–2021 гг.<sup>1</sup>

Источник: составлено автором на основе данных ИНИД.

<sup>1</sup> Исследуемая территория разбита на ячейки, каждая ячейка содержит в себе точки возгорания, для каждой из которых рассчитывается суммарное количество возгораний в каждом году наблюдения, далее вычисляются медианные годовые значения.

*Методика эмпирического исследования.* Для оценки влияния количества пожаров на территории юга Красноярского края на качество воздуха в Красноярске воспользуемся методом регрессионного анализа временных рядов (Ур. 1). Единица наблюдения – сутки. Коэффициенты регрессии будут оценены с помощью Метода наименьших квадратов. Используются следующие зависимые переменные:  $PM\ 2.5$  – концентрация в воздухе Красноярска взвешенных частиц,  $\text{мкг}/\text{м}^3$ ;  $AQI$  – индекс качества воздуха. Независимые и контрольные переменные:  $Piro$  – количество пожаров исследуемой территории, ед.;  $Wind$  – скорость ветра,  $\text{м}/\text{с}$ ;  $Temp$  – температура воздуха,  $^{\circ}\text{C}$ ;  $Humid$  –  $\text{г}/\text{м}^3$ ;  $\varepsilon_t$  – случайная ошибка модели.

$$AQ_{y,t} = \alpha + Piro_t + Piro_{t-1} + Piro_{t-2} + Wind_t + Humid_t + Temp_t + \varepsilon_t \quad (1)$$

где,  $AQ$  – зависимая переменная, отражающая качество воздуха;

$y$  – индекс зависимой переменной;

$t$  – индекс периода времени.

Все переменные преобразованы к стационарности с помощью взятия первых разностей. Для переменной  $Piro$  добавлены лаги первого и второго порядка – вероятно, влияние пожаров на качество воздуха может быть отложенным, в силу перемещения воздушных масс. Тест на мультиколлинеарность показал ее отсутствие. Стандартные ошибки рассчитаны в робастной форме – устойчивой к гетероскедастичности. Мы не видим оснований предполагать эндогенность.

Было построено множество моделей для разных периодов времени. В первую очередь, разделение происходило на основании закономерности выявленной ранее – период пожарной активности наблюдается с апреля по октябрь каждого года, также использовались более мелкие периоды. Так, были построены модели для следующих периодов времени: апрель–октябрь, июнь–август, апрель, май, июнь, июль, август в 2018–2021 годах. Дополнительно аналогичные модели были построены для каждого года наблюдения в отдельности.

*Результаты эмпирического исследования.* В соответствии с полученными оценками и статистической значимостью коэффициентов регрессии в разных моделях можно сформулировать следующие выводы: (1) Значимое и положительное влияние окрестных пожаров на концентрацию в воздухе Красноярска твердых частиц PM 2.5 проявляется в моделях для апреля и мая; (2) Аналогичная связь с AQI наблюдается в моделях для периодов апрель–октябрь, апрель, май, июнь (рис. 7.6). Опустим обсуждение результатов для контрольных переменных. Низкие значения коэффициентов детерминации свидетельствуют о невысоком качестве моделей.

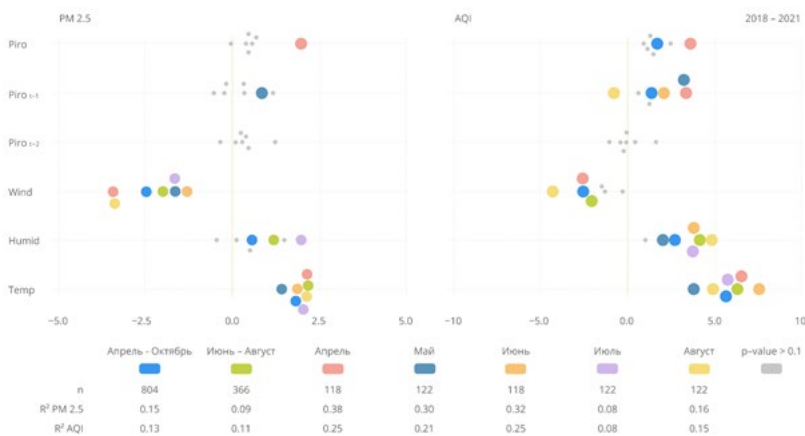


Рис. 7.6. Оцененные коэффициенты регрессии для моделей 2018–2021 гг.<sup>1</sup>

*Источник:* составлено автором на основании собственных расчетов

Далее проведем аналогичные расчеты для каждого года наблюдения по отдельности. Будем формулировать выводы в наиболее общем виде, совмещая результаты для разных зависимых переменных. Получены следующие результаты: (1) в моде-

<sup>1</sup> Замечка о методике: оценки коэффициентов регрессии были нормализованы – приведены к стандартному нормальному распределению, для того чтобы более наглядно показать различия в силе влияния независимых переменных. График отражает статистически значимые коэффициенты регрессии в разных моделях, таблица снизу содержит дополнительную информацию – размер модельной выборки и коэффициенты детерминации.



лях для 2018 и 2019 годов связь между количеством пожаров и качеством воздуха прослеживается лишь в нескольких моделях, по этой причине не будем приводить их далее; (2) в 2020 году изучаемая связь прослеживается во всех моделях кроме августовских, качество моделей в среднем высокое; (3) в 2021 году изучаемая связь также проявляется во всех моделях кроме июльских и августовских, качество моделей в среднем высокое (рис. 7.7).



Рис. 7.7. Оцененные коэффициенты регрессии для моделей 2020 и 2021 гг.

Источник: составлено автором на основании собственных расчетов

Можно сформулировать следующие основные выводы. Во-первых, пожары в окрестностях города Красноярска могут влиять на ухудшение воздуха в самом городе: выраженное влияние наблюдается в последние месяцы весны – первые месяцы лета. Проявление изучаемой зависимости имеет сезонный характер, скорее всего, в силу непостоянства и цикличности в передвижении воздушных масс. Во-вторых, влияние пожаров на качество воздуха в Красноярске соизмеримо с влиянием других природных явлений – изменениями в скорости ветра, температуре, влажности.

*Практические выводы и направления развития исследования.* В рамках исследования подтверждена связь между активностью окрестных пожаров и качеством воздуха в городе Красноярске в весенние и летние месяцы года. В настоящее время, фокус общественного внимания и государственная экологическая политика в основном направлены на улучшение экологической обстановки в городе за счет снижения выбросов от стационарных источников, ответственных за загрязнение воздуха в зимний период – ТЭЦ и частный сектор с печным отоплением. При этом вполне резонным представляется снижение загрязнения атмосферы города через уменьшение количества пожаров на прилегающих к городу территориях.

Наиболее подходящими для развития в данном направлении территориями являются районы края по 56-й параллели к востоку и западу от Красноярска. Необходимость в развитии этих территорий определяется непосредственной близостью к Красноярску; высокой пожарной активностью; развитой транспортной инфраструктурой; преобладанием неконтролируемых палов в структуре причин пожаров. Таким образом, необходимо развивать на данных территориях эффективную инфраструктуру предупреждения природных пожаров, проводить с населением просветительскую работу о вреде неконтролируемых выжиганий травы и другой растительности и наладить эффективную систему санкций за неправильное обращение с огнем.

Представленные результаты являются отправной точкой для дальнейших исследований влияния пожаров на качество воздуха в городе Красноярске. На следующем этапе планируется выявить территории края, возгорания на которых ведут к ухудшению воздуха в городе, связать результаты моделирования с перемещением воздушных масс на территории края и за его пределами и разработать некоторые рекомендации по усовершенствованию существующей системы предупреждения и тушения пожаров на выявленных территориях.