



УДК 911.6:502/504  
<https://doi.org/10.26516/2073-3402.2021.35.19>

## **Зонирование территории Кемеровской области по уровню техногенной нагрузки с учетом экологического фактора**

Я. А. Железнов

*Кемеровский государственный университет, г. Кемерово, Россия*

**Аннотация.** Изложены основные результаты экологического зонирования территории Кемеровской области по уровню техногенной нагрузки. На основании анализа значительного статистического материала и информационных данных, полученных из государственных докладов, региональных отчетов, стратегий социально-экономического развития, научных публикаций, синтезированных мультиспектральных изображений, сделана оценка и установлены зависимости между негативным воздействием на окружающую среду и ее влиянием на жизни людей, проживающих в муниципальных образованиях региона с различным уровнем техногенной нагрузки. Также рассмотрена взаимосвязь экологической емкости и негативной нагрузки на окружающую среду в зависимости от объемов добычи каменного угля на территории Кузбасса. С помощью синтезированного мультиспектрального (мультиспектрального) анализа космических изображений изучаемых территорий проведено ранжирование региона по площади нарушенных земель. Выявлено, что для всех муниципальных образований с высокой техногенной нагрузкой характерны снижение экологических показателей устойчивости развития территории и рост негативных последствий как медико-демографического, так и социально-экономического характера. Анализ динамики угледобычи и выбросов загрязняющих веществ в атмосферу показал пропорциональную зависимость между увеличением объемов добычи угля и ростом показателей по онкологическим заболеваниям. Также выявлено, что общий уровень заболеваемости на территориях интенсивного техногенеза почти в два раза выше, чем в районах низкого уровня техногенеза. Еще одна важная тенденция обнаружена в городских округах с высокой техногенной нагрузкой: среднегодовой количественный рост негативных медико-демографических показателей пропорционален росту добычи угля. Исходя из полученных результатов исследования, автором рассмотрены различные пути снижения уровня техногенной нагрузки и предложены общие рекомендации для улучшения экологической ситуации региона. Визуализированным результатом данной работы являются карты-схемы, на которых отражено экологическое зонирование территории региона по уровню техногенной нагрузки.

**Ключевые слова:** экологическое зонирование, техногенная нагрузка, Кемеровская область, Кузбасс, экологический фактор, экологическая емкость.

**Для цитирования:** Железнов Я. А. Зонирование территории Кемеровской области по уровню техногенной нагрузки с учетом экологического фактора // Известия Иркутского государственного университета. Серия Науки о Земле. 2021. Т. 35. С. 19–32. <https://doi.org/10.26516/2073-3402.2021.35.19>

## Введение

В настоящее время экологическая ситуация в Кемеровской области полностью соответствует всем признакам зоны экологического бедствия. Наблюдается высокий уровень антропогенно-техногенной нагрузки на окружающую среду. Добывающие предприятия Кузбасса оказывают серьезное негативное влияние не только на природную среду, но и на жизнь и здоровье населения. Наибольшему техногенному воздействию подвержены Ленинск-Кузнецкий, Прокопьевский, Кемеровский муниципальные округа, Беловский, Новокузнецкий муниципальные районы, а также Междуреченский городской округ. На этих территориях проживает почти 2/3 населения региона.

Стоит учитывать, что, помимо угольной промышленности, регион имеет крупные химические производства, которые выбрасывают в атмосферу тысячи тонн опасных веществ ежегодно. Значительная часть предприятий химического профиля сосредоточена в городах Новокузнецке и Кемерово, поэтому основная масса загрязняющих веществ, в том числе и I класса опасности, образуется и накапливается именно там. Наиболее сложная ситуация с загрязнением атмосферного воздуха отмечается в городах Новокузнецке, Кемерово и Прокопьевске, притом что в Новокузнецке уровень загрязнения атмосферного воздуха оценивается как очень высокий [Черногаева, 2018].

Также в регионе высок уровень нагрузки на водные бассейны. Значение ежедневного сброса стоков с предприятий Кузбасса превышает отметку 1 млн м<sup>3</sup> воды. Из них 74 % приходится на топливно-энергетическую, 15 % – горнодобывающую, 10 % – коксохимическую, металлургическую и химическую промышленность [Харионовский, Данилова, 2018].

Большой удельный вес территории, занятой промышленными отходами, фиксируется в Беловском муниципальном районе, Прокопьевском и Ленинск-Кузнецком муниципальных округах. Наибольший объем образования отходов приходится на горнодобывающие предприятия [Стратегия социально-экономического ... , 2018]. Высокая степень деградации почвенно-растительного покрова отмечается на территориях Кузбасса, где сконцентрированы угледобывающие предприятия. В настоящее время в Кемеровской области суммарная площадь нарушенных земель составляет ~115 тыс. га, из них более 108 тыс. га деградировано при разработке угольных и иных месторождений [Land-and-Ecological ... , 2018; Доклад о состоянии ... , 2019].

На сегодняшний день задачи по сохранению окружающей среды и социально-экономического развития тесно взаимосвязаны. Разрушая и истощая биосферу, невозможно будет должным образом обеспечить устойчивое пространственное (территориальное) экономическое развитие в будущем. Это вызывает необходимость учета экологического фактора уже на стадиях территориального планирования. Без достижения паритета между экологическими, экономическими и социальными факторами не будет никаких положительных тенденций при реализации различных региональных стратегий развития. И для того, чтобы более полно оценивать состояние окружающей среды, необходимо проведение комплексной оценки экологической обстановки и зонирования территории региона по уровню техногенной нагрузки.

Если рассматривать степень разработанности проблемы, то вопросы загрязнения окружающей среды Кемеровской области и других сибирских регионов в контексте экологического районирования и регионального развития изучались в научных трудах П. Д. Косинского, С. М. Малахова, Г. Е. Мекуш, П. А. Минакира, Л. С. Скрынника, В. А. Шабашева и др. Особое значение для оценки и установления зависимости загрязнения окружающей среды и ее влияния на здоровье человека в различных по уровню техногенной нагрузки муниципальных образованиях Кемеровской области имели результаты научных исследований, выполненных в 2005–2006 гг. коллективом Санкт-Петербургского государственного горного института (СПГГИ), в состав которого входили: В. С. Литвиненко, Н. В. Пашкевич, Ю. В. Шувалов, С. И. Фомин, И. Б. Мовчан, М. В. Паршина, Е. Л. Счастливец, Н. Ю. Вашлаева, О. Д. Аношина, Е. П. Зуев и др. [Оценка экологической емкости ... , 2006].

### **Методы исследования**

В представленном исследовании был использован комплексный подход к зонированию территории по уровню техногенной нагрузки и оценке экологической ситуации Кемеровской области. Для ранжирования территории по площади нарушенных земель был проведен синтезированный анализ мультиспектральных изображений. Исходными данными для выполнения научно-исследовательской работы на территории Кемеровской области послужили сведения: территориального органа Федеральной службы государственной статистики по Кемеровской области; Южно-Сибирского межрегионального управления Росприроднадзора; Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды по Кемеровской области; Федеральной службы государственной регистрации, кадастра и картографии по Кемеровской области; государственных докладов «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Кемеровской области» и «О состоянии и охране окружающей среды Кемеровской области»; отчета «Оценка экологической емкости природной среды Кемеровской области с учетом перспективы развития угольной промышленности до 2020 г. в структуре производительных сил области»; Стратегии социально-экономического развития Кемеровской области на период до 2035 г.; регионального экологического стандарта Кузбасса; а также космических съемок Landsat, которые были получены из базы космических изображений Научного центра наблюдения природных ресурсов Земли – НЦНПЗ (USGS Earth Resources Observation and Science (EROS) Center), и материалы их обработки.

В ходе выполнения работы по подготовке и составлению карт-схем было использовано лицензионное программное обеспечение ArcGIS.

### **Результаты и их обсуждение**

Кемеровская область является горнопромышленным регионом с наиболее густонаселенной территорией азиатской части Российской Федерации (~28 чел/км<sup>2</sup>). Именно в Кузбассе добывается более половины каменного

угля от общей российской добычи. Сам регион имеет относительно небольшую площадь (95 725 км<sup>2</sup>, или 0,6 % территории Российской Федерации), где расположено 147 предприятий угольной промышленности, большая часть из которых сосредоточена в среднем и южном Кузбассе. При этом 12 муниципальных образований из 34 не имеют угледобывающих предприятий на своих территориях, однако практически все они являются пограничными с угледобывающими районами, за исключением шести муниципалитетов. Таким образом, все муниципальные образования Кемеровской области условно делят по уровню добычи угля и степени влияния угледобычи на окружающую среду на следующие категории [Оценка экологической емкости ... , 2006]:

- I категория – территории с интенсивной техногенной нагрузкой. Сюда можно отнести Ленинск-Кузнецкий, Прокопьевский, Кемеровский, Яйский муниципальные округа, Беловский, Новокузнецкий муниципальные районы, Междуреченский, Березовский, Полысаевский, Киселёвский, Прокопьевский, Мысковский, Краснобродский, Калтанский, Ленинск-Кузнецкий, Осинниковский и Анжеро-Судженский городские округа (рис. 1);

- II категория – территории трансграничного влияния техногенной нагрузки. Такими территориями являются Гурьевский, Крапивинский, Промышленновский, Топкинский, Яшкинский, Ижморский, Юргинский, Чебулинский муниципальные округа, Кемеровский, Беловский, Новокузнецкий городские округа (см. рис. 1);

- III категория – территории вне зоны влияния техногенной нагрузки. К ним относятся Мариинский, Таштагольский муниципальные районы, Тяжинский, Тисульский муниципальные округа, Тайгинский и Юргинский городские округа (см. рис. 1).

С увеличением объема угледобычи растет и эколого-экономический ущерб от нарушения земель, который выражается в деградации почвенно-растительного покрова. На горнодобывающие предприятия приходится около 97 % от общих отходов региона. В настоящий момент на территории Кемеровской области накоплено более 3,1 млрд т различных отходов. По этому показателю регион занимает 1-е место среди всех субъектов Российской Федерации. Утилизация промышленных отходов, в том числе и I класса опасности, копившихся десятками лет, является серьезной экологической проблемой Кемеровской области. Их негативное воздействие на окружающую среду в течение многих десятилетий (прошлый экологический ущерб) приводит к потерям до 11 % валового регионального продукта (ВРП) только от роста уровня заболеваемости проживающего населения [Мекуш, 2011; Mekush, 2012].

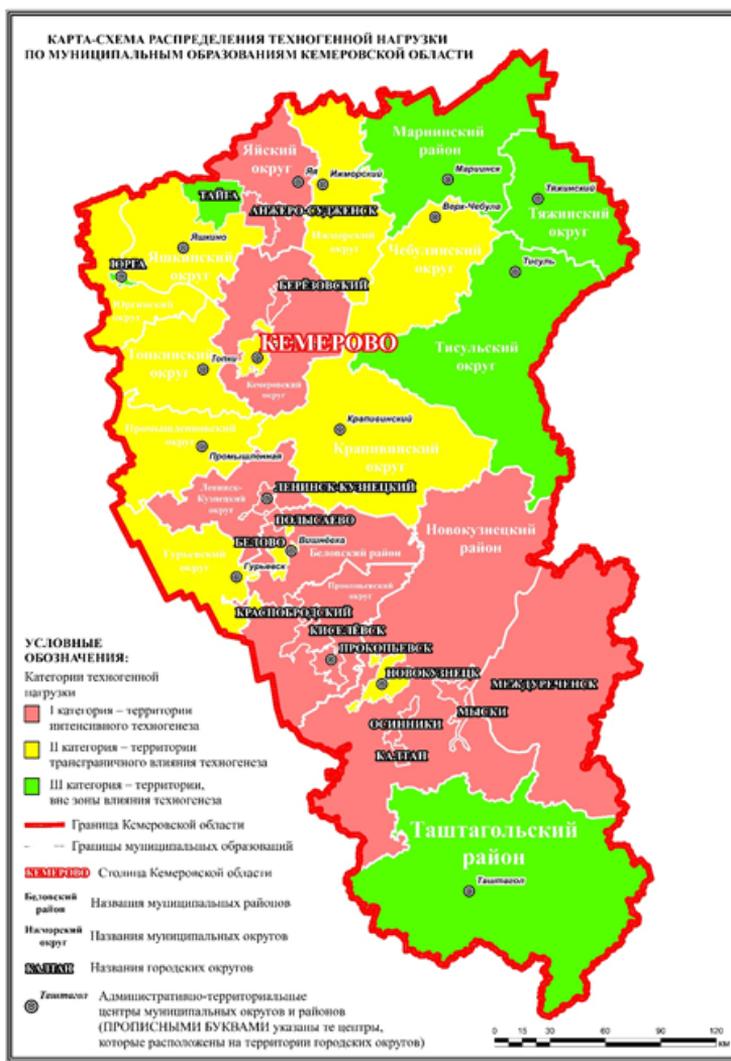


Рис. 1. Зонирование территории Кемеровской области по объемам добычи угля и степени влияния угледобычи на окружающую среду в 2020 г.

Площадь нарушенных земель Кузбасса в 12,5 раза выше средних показателей по стране (115 тыс. га против 9,2 тыс. га). При этом в результате техногенных процессов во многих муниципалитетах нарушено до 20 % площади пашни. В настоящее время регион уже лидирует по площади нарушенных земель в России, обогнав Ямало-Ненецкий автономный округ (~105 тыс. га). К сожалению, данные показатели ежегодно растут, а темпы рекультивации остаются на относительно низком уровне.

Проблема нарушенных земель Кемеровской области усугубляется высокой концентрацией угледобывающих предприятий и близостью их к селитебной зоне (рис. 2, а). Влияние этих двух факторов наиболее остро прояв-

ляется в Киселёвском, Краснобродском, Прокопьевском городских округах, Новокузнецком муниципальном районе, а также Прокопьевском муниципальном округе. В основном нарушенные земли сосредоточены в густонаселенных промышленных районах, занимая в ряде случаев до 20 % территории, – Новокузнецком, Междуреченском, Прокопьевском, Киселёвском и Беловском городских округах (рис. 2, б).

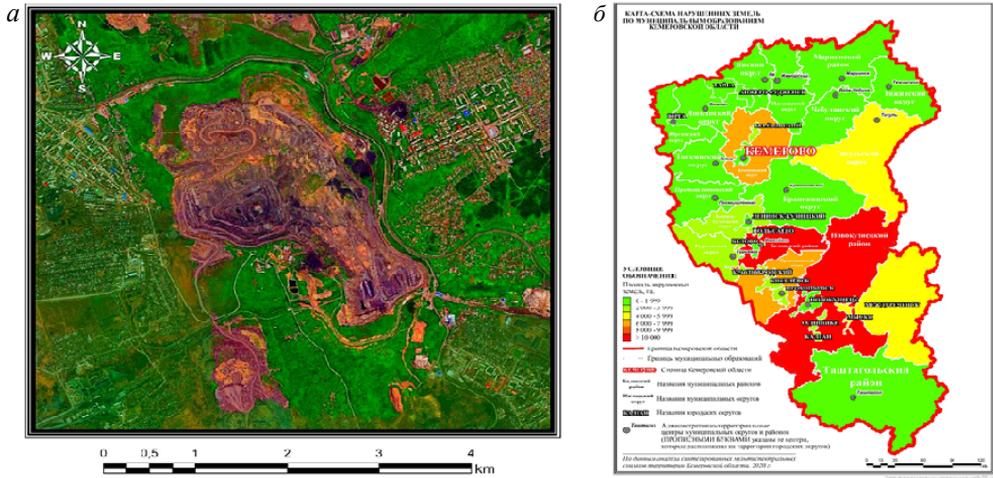


Рис. 2. а – синтезированное мультиспектральное изображение Landsat-7 территории Киселёвского городского округа от 2019 г.; б – зонирование территории Кемеровской области по площади нарушенных земель на 2020 г.

Почвенно-растительный покров, прилегающий к промышленным зонам, автомобильным дорогам и нефтяным трубопроводам, подвергается сильному загрязнению. Как правило, в 6–30 % случаев значения показателей загрязняющих веществ земель превышают ПДК. Основными загрязнителями почв Кемеровской области являются цинк, свинец, хром, марганец, кадмий. Например, на территориях, прилегающих к химическим предприятиям, фиксируются повышенные концентрации фенола, мышьяка, метанола, формальдегида, свинца, марганца, кадмия и бенз(а)пирена; а в зоне влияния металлургических предприятий – свинца, цинка, никеля, марганца, хрома, мышьяка и фтора, а также бенз(а)пирена. Анализ результатов ежегодного мониторинга показывает, что более половины почвенных проб селитебной зоны не соответствуют гигиеническим нормативам по микробиологическим и паразитологическим показателям и характеризуются значительным превышением средних значений по стране [Стратегия социально-экономического ... , 2018].

Уровень загрязнения атмосферного воздуха в Кемеровской области оценивается как достаточно высокий (рис. 3, а). Климатические и географические особенности области способствуют тому, что большая часть выбросов загрязняющих веществ не рассеивается в атмосферном воздухе, а осаждается на территории Кузнецкой котловины, создавая при этом фотохими-

ческий смог, который оказывает негативное воздействие на окружающую среду и жизни людей. Ежегодно в атмосферу региона выбрасываются более миллиона тонн опасных веществ, из которых ~96 % приходится на выбросы от стационарных источников, а ~4 % – на выбросы от передвижных объектов (автомобили, железнодорожный и воздушный транспорт). Если рассматривать распределение объемов выбросов от стационарных источников по муниципальным образованиям Кемеровской области, то наибольшие значения промышленных выбросов фиксируются в Новокузнецком муниципальном районе (~317 тыс. т – это 34,7 % от всех выбросов) и Новокузнецком городском округе (~294 тыс. т) (см. рис. 3, а). Таким образом, на одного жителя Кемеровской области в среднем приходится ~662 кг загрязняющих веществ. В Новокузнецком муниципальном районе отмечается самая высокая антропогенная нагрузка на воздушный бассейн, на одного жителя приходится на порядок больше загрязняющих веществ (~6 320 кг). В Яйском и Чебулинском муниципальных округах наблюдается относительно наименьшая нагрузка по этому показателю (см. рис. 3, б).

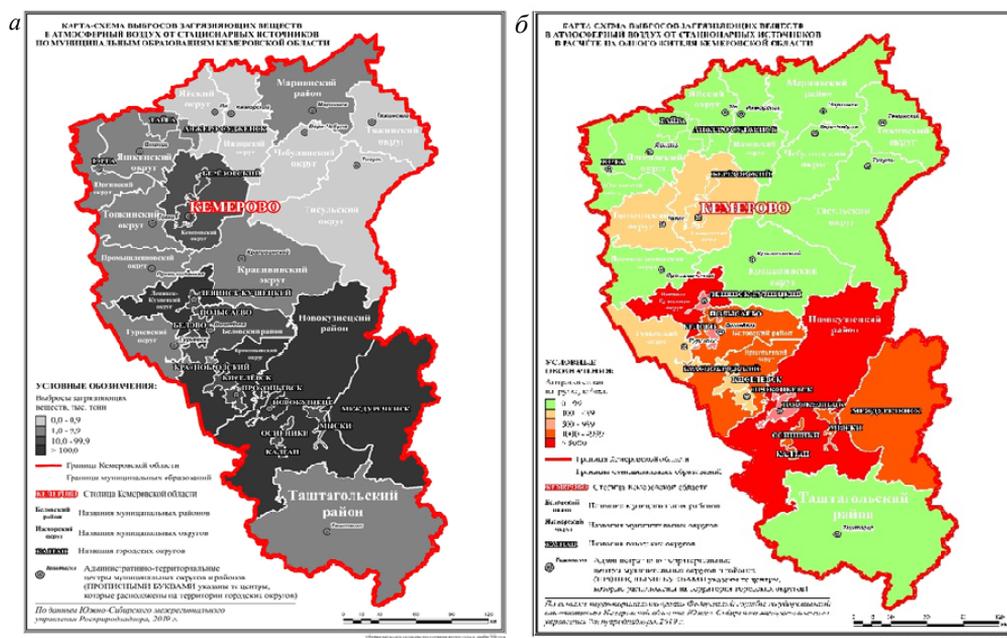


Рис. 3. а – зонирование территории Кемеровской области по выбросам загрязняющих веществ в атмосферный воздух от стационарных источников; б – зонирование территории Кемеровской области по выбросам загрязняющих веществ в атмосферный воздух от стационарных источников в расчете на одного жителя

В регионе высока нагрузка и на водные природные объекты. На начало 2019 г. Государственным водным реестром было учтено 317 точек сбросов сточных и дренажных вод различных предприятий (рис. 4, а). Их среднесуточный суммарный сброс превышает значение 1 млн м<sup>3</sup> воды. Из них 40 %

сбросов приходится на угледобывающие предприятия, 19 % – на химическую промышленность, 17 % – на предприятия ЖКХ, 12 % – на металлургическое производство, 8 % – на энергетический комплекс, 2 % – на машиностроение и 2 % – на добычу руд. Среди основных загрязняющих веществ водных объектов региона можно выделить следующие:

- различные масла и иные нефтепродукты;
- соединения азота, цинка, железа, меди и марганца;
- фенолы;
- взвешенные вещества;
- органические соединения по показателям химического потребления кислорода (ХПК) и биохимического потребления кислорода (БПК5).

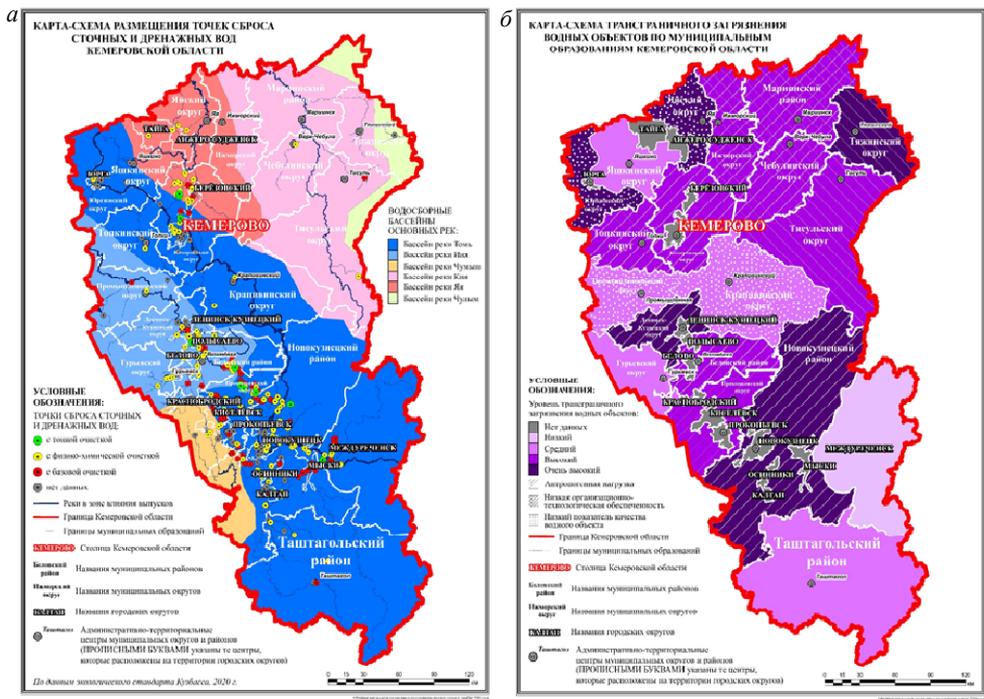


Рис. 4. а – размещение точек сброса сточных и дренажных вод по водосборным бассейнам основных рек Кемеровской области; б – зонирование территории Кемеровской области по трансграничному загрязнению водных объектов

По данным доклада о состоянии окружающей среды Кемеровской области, в 2019 г. специалистами было исследовано:

- 348 проб воды водных объектов I категории (воды питьевые) по санитарно-химическим показателям, из них санитарным требованиям не соответствовали 88 проб (25 % от общего количества отобранных проб);
- 980 проб на микробиологические показатели, из них санитарным требованиям не соответствовали 448 проб (45 % от общего количества отобранных проб);

- 402 пробы на паразитологические показатели, где не было выявлено ни одной пробы, не соответствующей гигиеническим нормативам.

Так, доля проб воды водоемов I категории, не соответствующих санитарным требованиям по санитарно-химическим показателям, превысила среднерегionalный показатель (25 %) в следующих муниципальных образованиях: Тайгинском (91 %), Осинниковском (75 %), Калтанском (58 %), Юргинском (50 %), Новокузнецком (43 %), Кемеровском (35 %) и Прокопьевском (29 %) городских округах; а по микробиологическим показателям (45 %) – в Юргинском (84 %), Кемеровском (60 %) и Новокузнецком (49 %) городских округах.

Результаты оценки уровня трансграничного загрязнения водных ресурсов показали, что 88 % населения региона проживает в условиях высокой антропогенной нагрузки на водные бассейны. На основе этой оценки муниципальные образования были ранжированы по уровню трансграничного загрязнения водных ресурсов на четыре условные группы (рис. 4, б):

1. Очень высокий уровень трансграничного загрязнения водных ресурсов. К этой группе относятся Ленинск-Кузнецкий, Тяжинский, Юргинский, Яйский муниципальные округа и Новокузнецкий муниципальный район.

2. Высокий уровень трансграничного загрязнения водных ресурсов. К этой группе относятся Прокопьевский, Тисульский, Топкинский, Кемеровский, Ижморский, Чебулинский муниципальные округа, Беловский и Мариинский муниципальные районы.

3. Средний уровень трансграничного загрязнения водных ресурсов. Эту группу составляют Гурьевский, Промышленновский, Крапивинский, Яшкинский муниципальные округа и Таштагольский муниципальный район.

4. Низкий уровень трансграничного загрязнения водных ресурсов. В эту группу входит Междуреченский городской округ.

Важно отметить еще тот факт, что в результате деятельности горнодобывающих предприятий в области исчезло более 300 малых рек и ручьев [Egorova, Zaruba, Kudelas, 2019; Gvozdikova, Stefanek, Košćová, 2019].

По данным переписи населения и Росстата, в Кемеровской области фиксируется резкое снижение демографического потенциала. Так, за последние 30 лет наблюдается тенденция к уменьшению уровня рождаемости (на 37,5 %) и ускорение темпов естественной убыли населения (на 16,3 %). При этом общая смертность населения в районах интенсивной техногенной нагрузки выросла почти в два раза. Кроме того, в регионе происходит массовое сокращение численности населения за счет миграции в другие субъекты России из-за ухудшающейся ситуации в социально-экономической и экологической сферах. Общая заболеваемость населения региона за последнее десятилетие возросла почти на 20 %, а риск развития онкологических заболеваний увеличился на 20–25 %. Стоит отметить, что общий уровень заболеваемости на территориях интенсивного техногенеза почти в два раза выше, чем в районах низкого уровня техногенеза. Еще одна тенденция наблюдается в городских округах с высокой техногенной нагрузкой. Там среднегодовой количественный рост негативных медико-демографических

показателей держался на уровне 2 % до 90-х гг. XX столетия при относительно стабильном объеме угледобычи, однако с 2000-х гг., когда произошло повышение объема угледобычи на 30 %, темпы ежегодного роста выросли в среднем на 5 %, т. е. практически пропорционально росту добычи угля. Также анализ динамики угледобычи и выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух показал, что при увеличении темпов угледобычи растут пропорционально и показатели по онкологическим заболеваниям. Из этого следует, что даже минимальное увеличение объемов углепроизводства способно усугубить ситуацию в плане социально-экономического развития Кемеровской области.

В 2018 г. Советом народных депутатов Кемеровской области была утверждена Стратегия социально-экономического развития региона на период до 2035 года, в которой содержатся решения о разработке конкретных механизмов и инструментов для управления не только регионом в целом, но и природопользованием в частности. Для достижения стратегической экологической цели была разработана комплексная научно-техническая программа полного инновационного цикла «Чистый уголь – зеленый Кузбасс». По сути это будет новой управленческой платформой, которая позволит сохранить традиционные драйверы экономического роста и существенно снизить негативное воздействие на окружающую среду. Ключевым механизмом этой платформы должен стать первый в России региональный экологический стандарт, разработка которого началась в 2018 г. Кемеровским государственным университетом. Экологический стандарт Кемеровской области будет включать в себя обоснование критериев и показателей экологической эффективности применяемых на предприятиях Кузбасса природоохранных технологий и рекомендации по наилучшим доступным технологиям, которые позволят в дальнейшем повысить экологическую эффективность до 80 % и выше [Панов, 2020].

### **Заключение**

Исходя из результатов оценки экологической обстановки и зонирования территории Кемеровской области по техногенной нагрузке, можно сделать вывод о том, что экологическая ситуация на значительной территориальной части региона по всем признакам соответствует кризисной зоне, или зоне чрезвычайной экологической ситуации, а в районах наибольшего уровня техногенной нагрузки – катастрофической ситуации, или зоне экологического бедствия. В результате проведенного комплексного анализа выявлено, что общими трендами для всех муниципальных образований с высокой техногенной нагрузкой являются снижение экологических показателей устойчивости развития территории, а также рост негативных последствий как медико-демографического характера, так и социально-экономического. При этом низкая плотность населения отдельных муниципальных образований с низким уровнем техногенной нагрузки не гарантирует устойчивого социально-экономического развития территории и благополучия жизни людей. Причина заключается в их трансграничных связях с муниципалитетами с

интенсивной техногенной нагрузкой. В результате исследования была подтверждена зависимость уровня загрязнения атмосферного воздуха от уровня угледобычи, которая была выявлена ранее другими исследователями [Оценка экологической емкости ... , 2006; Рябов, 2018]. Анализ динамики угледобычи и выбросов загрязняющих веществ в атмосферу показал пропорциональную зависимость между увеличением объемов добычи угля и ростом показателей по онкологическим заболеваниям. Также выявлено, что общий уровень заболеваемости на территориях интенсивного техногенеза почти в два раза выше, чем в районах низкого уровня техногенеза. Еще одна тенденция обнаружена в городских округах с высокой техногенной нагрузкой – там среднегодовой количественный рост негативных медико-демографических показателей пропорционален росту добычи угля.

Для снижения уровня техногенной нагрузки Кемеровской области требуются кардинальные решения в социальной, экономической и экологической политиках. Сегодня Кемеровской области требуется новый путь развития, опирающийся на следующие факторы: переход к экологически безопасному типу производства и наилучшим доступным технологиям; рациональное использование минерально-сырьевых ресурсов и разработку комплекса природоохранных мероприятий; смену парадигмы традиционного механизма на эффективную конвергенцию различных институциональных механизмов в управлении природопользованием, а также внедрение новых инновационных экологических проектов.

Далее представлен структурированный список общих рекомендаций, по мнению автора статьи, направленных на улучшение экологической ситуации региона.

*Научно-технические мероприятия:*

- 1) усовершенствование системы организации экологического мониторинга;
- 2) разработка комплекса мер по рациональному водопользованию;
- 3) развитие и совершенствование системы особо охраняемых природных территорий;
- 4) развитие современной системы транспортной инфраструктуры для снижения транзитных транспортных потоков через основные населенные пункты Кемеровской области.

*Организационно-градостроительные мероприятия:*

- 1) рекультивация и контроль загрязненных территорий;
- 2) строительство систем очистки шахтных и рудничных вод;
- 3) внедрение водоснабжения цикличного типа на предприятиях-гигантах;
- 4) внедрение в угольной, химической и металлургической промышленности наилучших доступных технологий;
- 5) полный отказ от промышленного освоения некоторых перспективных месторождений региона, таких как Усинское марганцевое месторождение, Куприяновское медно-ртутное месторождение, Тайметское медное месторождение, Конюховское месторождение графита, Терсинский желе-

зрудный район, Белкинское фосфоритовое месторождение, Пегасское месторождение цеолитов, Алгуйское и Светлоключевское месторождения талька;

б) переход к экологически безопасному типу производства;

7) отказ от возобновления строительства Крапивинской ГЭС – памятника экологической безграмотности на р. Томи.

*Технологические мероприятия:*

1) сокращение объемов добычи угля в зонах городских агломераций и наиболее заселенных территориях;

2) прекращение сброса неочищенных сточных вод.

### Список литературы

Доклад о состоянии и охране окружающей среды Кемеровской области – Кузбасса в 2019 году. Кемерово, 2019. 474 с.

*Мекуш Г. Е.* Кемеровская область. Устойчивое развитие: опыт, проблемы, перспективы. М. : Ин-т устойчивого развития Общественной палаты РФ. Центр экологической политики России, 2011. 62 с.

Оценка экологической емкости природной среды Кемеровской области с учетом перспективы развития угольной промышленности до 2020 года в структуре производительных сил области. Кемерово, 2006. 276 с.

*Панов А. А.* Стратегия развития угольного региона в контексте стратегической экологической оценки // Вестник Кемеровского государственного университета. Серия: Политические, социологические и экономические науки. 2020. Т. 5, № 2. С. 242–250. <https://doi.org/10.21603/2500-3372-2020-5-2-242-250>

*Рябов В. А.* Антропогенная нагрузка на природную среду как фактор, формирующий качество жизни населения индустриального Кузбасса // Экология урбанизированных территорий, 2018. № 2. С. 84–90.

Стратегия социально-экономического развития Кемеровской области на период до 2035 года. Кемерово, 2018. 189 с.

*Харионовский А. А., Данилова М. Ю.* Современное экологическое состояние Кузбасса // Вестник научного центра по безопасности работ в угольной промышленности. 2018. № 3. С. 34–38.

*Черногаева Г. М.* Обзор состояния и загрязнения окружающей среды в Российской Федерации за 2017 год. М. : Росгидромет, 2018. 206 с.

*Egorova N., Zaruba N., Kudelas D.* Revising the Need to Improve Ecological Situation in the Mining Region // E3S Web Conf. 2019. Vol. 105. Art. N 02011. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/201910502011>

*Gvozdikova T., Stefanek P., Koščová M.* On the Measures to Solve Environmental Problems of the Territory with Intensive Open Pit Coal Mining // E3S Web Conf. 2019. Vol. 105. Art. N 02006. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/201910502006>

*Mekush G. E.* Evaluating the Sustainable Development of a Region Using a System of Indicators, Chapter 12 // Shmelev S. E., Shmeleva I. A. (eds). Sustainability Analysis: An Interdisciplinary Approach. Palgrave, UK, 2012. P. 316–348. <https://doi.org/10.1057/9780230362437>

Land-and-Ecological Problems of Kuzbass Mineral Resources Development / A. Solovitskiy, O. Brel, A. Saytseva, P. Kaize // E3S Web Conf. 2018. Vol. 41. P. Art. N 02028. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/20184102028>

## Zoning of the Kemerovo Oblast Based on the Level of Technogenic Load and Environmental Factor

Y. A. Zheleznov

*Kemerovo State University, Kemerovo, Russian Federation*

**Abstract.** This research article presents the main results of zoning of the Kemerovo Oblast based on the level of technogenic load and environmental factor. Based on the analysis of a huge amount of statistical material, information data obtained from government reports, regional reports, strategies for socio-economic development, scientific publications, synthesized multispectral shooting (multispectral images), an assessment was made and relationships were established between the negative impact on the environment and its impact on people's lives of the region with different levels of technogenic load. The relationship between the ecological capacity and the negative impact on the environment is also considered, depending on the volume of coal production in the territory of Kuzbass (the Kuznetsk Basin). The raw material region was ranked according to the area of disturbed lands using synthesized multispectral analysis of space images. As a result of the comprehensive analysis, it was revealed that all municipalities with a high anthropogenic load are characterized by a decrease in environmental indicators of the sustainability of the development of the territory and an increase in negative consequences of both a medico-demographic and socio-economic nature. Analysis of the dynamics of coal mining and emissions of pollutants into the atmosphere showed a proportional relationship between an increase in coal production and an increase in indicators for cancer. It was also revealed that the overall level of diseases in the territories of intensive technogenesis is almost 2 times higher than in areas with a low level of technogenesis. Another tendency was found in urban districts with a high technogenic load – the average annual quantitative growth of negative medical and demographic indicators is proportional to the growth of coal production. Based on this, the author considered various ways to reduce the level of anthropogenic impact on the environment of the Kemerovo Oblast and gave general recommendations for improving the ecological situation in this region. The visualized result of this scientific work is the schematic maps, which reflect the ecological zoning of the region's territory according to the level of anthropogenic load.

**Keywords:** ecological zoning, technogenic load, Kemerovo Oblast, Kuzbass, environmental factor, ecological capacity.

**For citation:** Zheleznov Y.A. Zoning of the Kemerovo Oblast Based on the Level of Technogenic Load and Environmental Factor. *The Bulletin of Irkutsk State University. Series Earth Sciences*, 2021, vol. 35, pp. 19-32. <https://doi.org/10.26516/2073-3402.2021.35.19> (in Russian)

### References

*Doklad o sostoyanii i okhrane okruzhayushchei sredy Kemerovskoi oblasti – Kuzbassa v 2019 godu* [Report on the state and protection of the environment of the Kemerovo Oblast – Kuzbass in 2019]. Kemerovo, 2019, 474 p. (in Russian)

Mekush G.E. *Kemerovskaya oblast'. Ustoichivoe razvitie: opyt, problemy, perspektivy* [Kemerovo Oblast. Sustainable Development: Experience, Problems, Perspectives]. Institute for Sustainable Development of the Public Chamber of the Russian Federation, Center for Environmental Policy of Russia, Kemerovo, 2011, 62 p. (in Russian)

*Otsenka ekologicheskoi emkosti prirodnoi sredy Kemerovskoi oblasti s uchetom perspektivy razvitiya ugolnoi promyshlennosti do 2020 goda v strukture proizvoditelnykh sil oblasti* [Assessment of the ecological capacity of the natural environment of the Kemerovo Oblast, taking into account the prospects for the development of the coal industry until 2020 in the structure of the production forces of the region]. 2006, 276 p. (in Russian)

Panov A.A. Strategiya razvitiya ugolnogo regiona v kontekste strategicheskoi ekologicheskoi otsenki [Development strategy of the coal region in the context of strategic environmental assessment]. *Vestnik Kemerovskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Politicheskije, sotsiologicheskije i ekonomicheskie nauki* [Bulletin of the Kemerovo State University. Seria: Political, sociological and economic sciences], 2020, vol. 5, no. 2, pp. 242-250. <https://doi.org/10.21603/2500-3372-2020-5-2-242-250>. (in Russian)

Ryabov V.A. Antropogennaya nagruzka na prirodnyuyu sredyu kak faktor formiruyushchii kachestvo zhizni naseleniya industrial'nogo Kuzbassa [Anthropogenic load on the natural environment as a factor shaping the quality of life of the population of the industrial Kuzbass]. *Ekologiya urbanizirovannykh territorii* [Ecology of urbanized territories], 2018, no. 2, pp. 84-90. (in Russian)

*Strategiya sotsialno-ekonomicheskogo razvitiya Kemerovskoi oblasti na period do 2035 goda* [The Strategy for the socio-economic development of Kemerovo Oblast until 2035 "The Kuzbass-2035 Strategy"]. Kemerovo, 2018, 189 p. (in Russian)

Kharionovskii A.A., Danilova M.Yu. Sovremennoe ekologicheskoe sostoyanie Kuzbassa [The current ecological state of Kuzbass]. *Vestnik nauchnogo tsentra po bezopasnosti rabot v ugolnoi promyshlennosti* [Bulletin of the scientific center for the safety of work in the coal industry], 2018, no. 3, pp. 34-38. (in Russian)

Chernogaeva G.M. *Obzor sostoyaniya i zagryazneniya okruzhayushchei sredy v Rossiiskoi Federatsii za 2017 god* [Review of the state and pollution of the environment in the Russian Federation for 2017], Moscow, 2018, 206 p. (in Russian)

Egorova, N., Zaruba, N., Kudelas, D. Revising the Need to Improve Ecological Situation in the Mining Region. *E3S Web Conf.*, 2019, vol. 105, art. no. 02011. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/201910502011>

Gvozdikova T., Stefanek P., Koščová M. On the Measures to Solve Environmental Problems of the Territory with Intensive Open Pit Coal Mining. *E3S Web Conf.*, 2019, vol. 105, art. no. 02006. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/201910502006>

Mekush G.E. Evaluating the Sustainable Development of a Region Using a System of Indicators, Chapter 12. *Shmelev S.E., Shmeleva I.A. (eds). Sustainability Analysis: An Interdisciplinary Approach*. Palgrave, UK, 2012, pp. 316-348. <https://doi.org/10.1057/9780230362437>

Solovitskiy A., Brel O., Saytseva A., Kaizer P. Land-and-Ecological Problems of Kuzbass Mineral Resources Development. *E3S Web Conf.*, 2018, vol. 41, art. no. 02028. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/20184102028>

**Железнов Ярослав Александрович**  
аспирант кафедры региональной  
и отраслевой экономики,  
Институт экономики и управления  
Кемеровский государственный  
университет  
Россия, 650000, г. Кемерово,  
ул. Красная, 6  
e-mail: yaroslav\_zheleznov\_93@mail.ru

**Zheleznov Yaroslav Alexandrovich**  
Postgraduate, Department of Regional  
and Sectoral Economics, Institute of  
Economics and Management  
Kemerovo State University  
6, Krasnaya st., Kemerovo, 650000,  
Russian Federation  
e-mail: yaroslav\_zheleznov\_93@mail.ru

**Код научной специальности:** 25.00.24

**Дата поступления:** 16.12.2020