

УДК 528.946 + 620.9:504.05 (571.52)

DOI: 10.21782/GIPR0206-1619-2018-4(167-174)

А.Д. АБАЛАКОВ, Н.Б. БАЗАРОВА

Институт географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, 664033, Иркутск, ул. Улан-Баторская, 1, Россия,  
abalakovirk@mail.ru, bazarova@irigs.irk.ru

## ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА РЕСПУБЛИКИ ТЫВА

*Рассматриваются предприятия топливно-энергетического комплекса Республики Тыва, в котором угольная промышленность и теплоэнергетика играют ведущую роль. Комплекс представляет собой важнейший сектор экономики и в то же время оказывает серьезное негативное воздействие на окружающую среду. Уголь, добываемый на территории республики, в настоящее время используется преимущественно для выработки тепловой энергии. Тыва испытывает дефицит электроэнергии, погашаемый за счет поступления из Единой энергосистемы Сибири. Приведена характеристика угледобывающих предприятий и объектов теплоэнергетики. Для экологической оценки первых приняты наиболее значимые показатели, такие как способ разработки и площадь нарушенных земель, а для оценки вторых, наряду с площадью нарушений, учитываются объемы выбросов в атмосферу загрязняющих веществ. Приводятся данные по загрязнению почв и грунтов, подземных вод, снега и атмосферного воздуха. Наиболее значительные экологические проблемы выявлены на Каа-Хемском угольном разрезе и в зоне влияния Кызылской ТЭЦ, расположенной в черте городской застройки г. Кызыл. Рассмотрены мероприятия, направленные на снижение экологической напряженности. Результаты исследования отображены на экологической карте. Для ее составления разработан оригинальный картографический язык, представленный системой внемасштабных графознаков для отображения месторождений угля, воздействия горнодобывающих предприятий на окружающую среду, отображения предприятий теплоэнергетической промышленности и их экологических показателей. Площадным картознаком показана плотность нарушений по муниципальным образованиям. Полученные материалы расширяют методы тематического картографирования и могут найти применение при управлении природопользованием.*

Ключевые слова: техногенное воздействие, экологическая оценка, картографирование, угольная промышленность, теплоэнергетика.

A.D. ABALAKOV, N.B. BAZAROVA

V.B. Sochava Institute of Geography, Siberian Branch, Russian Academy of Sciences,  
664033, Irkutsk, ul. Ulan-Batorskaya, 1, Russia, abalakovirk@mail.ru, bazarova@irigs.irk.ru

## ENVIRONMENTAL ASSESSMENT OF THE FUEL AND ENERGY COMPLEX OF THE TYVA REPUBLIC

*We examine the enterprises of the fuel and energy complex of the Tyva Republic in which the in which the coal industry and the heat power industry play a leading role. This complex is a crucial economic sector whereas it has a serious negative impact on the environment. Coal mined on the territory of the republic is currently being used primarily for the production of thermal energy. Tyva experiences a shortage of electricity that is offset by energy from the Unified Power Grid of Siberia. A characteristic of the coal-mining enterprises and heat power generation facilities is provided. For the environmental assessment of the coal-mining enterprises we used the most significant indicators, such as the method of mining and the area of disturbed lands whereas for the heat power generation facilities we took into account the amounts of atmospheric pollutant emissions. Data on pollution of soils and earth materials, groundwater, snow and atmospheric air are given. The most significant environmental problems were revealed for the Kaa-Khem coal mine and in the zone of influence of the Kyzyl thermal power plant located in the urban area of Kyzyl. Some measures for a minimization of environmental stress are considered. The findings are displayed on the environmental map. An original cartographic language was developed for this map compilation, which is represented by the system of graphical point signs for displaying coal deposits, the impact of mining enterprises on the environment, mapping of enterprises in the heat power industry and their environmental indicators. The area map symbols show the density of violations for municipalities. The findings expand the methods of thematic mapping and can be used in governance of environmental management.*

Keywords: technogenic impact, environmental assessment, mapping, coal industry, heat power industry.

## ВВЕДЕНИЕ

Во всем мире, и в том числе в России, предприятия топливно-энергетического комплекса оказывают многоплановое воздействие на окружающую среду. Наиболее сильно на литосферу влияют открытые горные работы [1, 2], на атмосферу, гидросферу, почвенно-растительный покров и здоровье человека — предприятия энергетики, работающие на твердом топливе (угле) [3, 4]. Так, решая проблему массивного загрязнения воздуха в стране, китайское правительство официально приостановило утверждение планов создания новых угольных электростанций, а строительство некоторых уже утвержденных отложено до 2018 г. или на более поздний срок [5].

Все это подтверждает актуальность экологической оценки топливно-энергетического комплекса в различных регионах, в особенности в Республике Тыва, где его развитие имеет большое экономическое значение и в то же время оказывает значительное негативное воздействие на представленные здесь ценные и уязвимые экосистемы, традиционные виды природопользования местного населения. В связи с этим большое значение придается оценке техногенного влияния на окружающую среду. Принятый в настоящей работе картографический метод служит наглядным средством визуализации полученных результатов, может использоваться для принятия практических решений, связанных с развитием топливно-энергетического комплекса, планированием и освоением территории, охраной окружающей среды, другими социальными и хозяйственными проблемами.

## ОБЪЕКТЫ, МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Основные объекты данного исследования — предприятия теплоэнергетики и угледобывающей отрасли, а предмет исследования — экологические последствия их деятельности. Уровень негативного воздействия на окружающую среду в значительной мере зависит от степени использования и внедрения предприятиями отрасли природоохранного оборудования, технологий, снижающих воздействие на окружающую среду. Для оценки развития отрасли использованы данные Федеральной службы государственной статистики [6]. Характер нарушений и размеры техногенных деструкций, ландшафтные и другие особенности территории определялись на основе дешифрирования спектрально-анализных космических снимков высокого разрешения «Landsat» залетов 2012–2017 гг. С целью решения проблем охраны окружающей среды применялись методы экологической оценки техногенного воздействия. Для визуализации результатов исследования в данной работе ведущим является картографический метод. В качестве критериев оценки приняты показатели, характеризующие степень нарушенности земель в результате деятельности угледобывающих предприятий и предприятий теплоэнергетики, плотность нарушений в пределах кожуунов, объемы выбросов загрязняющих веществ источниками теплоснабжения.

## ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС РЕСПУБЛИКИ ТЫВА

Топливо-энергетический комплекс (ТЭК) в Республике Тыва представляет собой важнейший сектор экономики, обеспечивающий жизнедеятельность региона. В структуре ТЭК доминируют предприятия угольной и теплоэнергетической промышленности.

Энергосистема Тывы является дефицитной (рис. 1). В 2016 г. было выработано 102,3 млн кВт·ч электроэнергии, потребление составило 816 млн кВт·ч. Потребление электроэнергии почти в 8 раз превышает ее выработку. Недостающая часть электроэнергии (728 млн кВт·ч) поступает из Хакасской и Красноярской энергосистем.

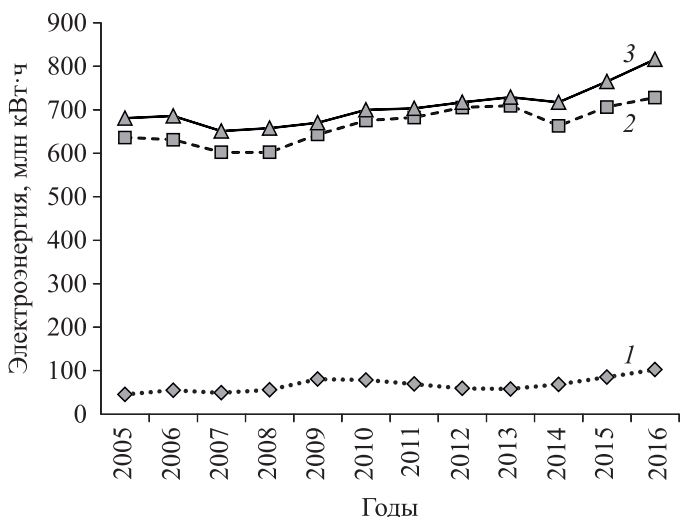


Рис. 1. Производство и потребление электроэнергии в Республике Тыва, млн кВт·ч [7].

1 — выработано электроэнергии; 2 — получено из-за пределов Республики Тыва; 3 — потреблено.

Экологические показатели ТЭК Республики Тыва в 2014 г. [7]

| Предприятия  | Выбросы, т | Объем стоков, тыс. м <sup>3</sup> | Количество отходов, т |
|--|------------|-----------------------------------|-----------------------|
| Всего по Республике Тыва, в том числе по предприятиям:               | 18 764,7   | 7998,1                            | 3781,5                |
| по добыче топливно-энергетических полезных ископаемых                | 638        | 2,5                               | 3757,3                |
| по производству, передаче и распределению электроэнергии, газа, воды | 9640       | 6453,6                            | 20,1                  |

Для покрытия дефицита электроэнергии планируется строительство модульной теплоэлектростанции (ТЭС-2) с проектной мощностью около 400 МВт и техническое перевооружение Кызылской ТЭЦ с демонтажем существующих турбоагрегатов суммарной мощностью 17 МВт и вводом новых четырех теплофикационных агрегатов типа ПТ-12-35. Установленная и располагаемая мощность Кызылской ТЭЦ составит 48 МВт. Однако наряду с экономическим эффектом это усилит нагрузку на окружающую среду города, который расположен в межгорной котловине и входит в группу городов с высокой экологической опасностью.

Негативное влияние ТЭК на окружающую среду связано с нарушением геологической среды, выбросами загрязняющих веществ в атмосферу, сбросом сточных вод в поверхностные водные объекты и образованием отходов. Данные таблицы показывают, что 54,8 % выбросов, 80,7 % стоков и 99,9 % отходов образованы в результате деятельности предприятий ТЭК.

Список предприятий, загрязняющих атмосферу, возглавляет Кызылская ТЭЦ, на долю которой в 2010 г. пришлось 5,1 тыс. т выбросов. Ак-Довуракская ТЭЦ, «Улуг-Хемтеплоэнерго» и Хову-Аксынская ТЭЦ в сумме дали 6,5 тыс. т выбросов [8].

В Тувинском институте комплексного освоения природных ресурсов СО РАН подготовлена программа «Энергетика, комплексная энергохимическая переработка каменных углей Тувы», которая предполагает создание комплекса по глубокой переработке углей и получение экономически ценной и экологически безопасной продукции (неэтилированный бензин, углеродные адсорбенты, бездымные топливные брикеты и др.). Программа ориентирована «на повышение эффективности освоения черного «золота» Тувы и решение экологических проблем Республики Тыва и ее столицы, в первую очередь» [9, с. 100].

### УГЛЕДОБЫВАЮЩАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ И ЕЕ ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА

В центральной части Республики Тыва расположен Улуг-Хемский угольный бассейн, в пределах которого находятся Элегестское, Каа-Хемское, Межегейское и Эрбекское угольные месторождения, за его пределами — Чаданское, Чангыз-Хадынское, Актальское и Ийитальское месторождения.

По состоянию на 1 января 2016 г. по Республике Тыва общие балансовые запасы угля составляли по категориям А + В + С<sub>1</sub> 2856,4 млн т, категории С<sub>2</sub> — 954,5 млн т (по сумме этих категорий — 1,4 % запасов страны), забалансовые — 361,7 млн т [10]. Основная часть (69,3 %) разведанных запасов представлена углями марки Ж, 98,9 % которых — коксующиеся. Угли высококачественные, обладают низкой зольностью, низкими содержаниями серы и фосфора, легкой обогатимостью, уникальной спекаемостью и по этим показателям считаются лучшими на российском рынке коксующихся углей.

Общие прогнозные ресурсы бассейна превышают 20 млрд т, из которых 14 млрд т — коксующиеся [11]. Однако масштабное освоение бассейна сдерживается отсутствием развитой транспортной инфраструктуры.

В настоящее время в Республике Тыва разрабатываются четыре месторождения: Каа-Хемское, Чаданское, Межегейское и Элегестское (рис. 2).

Основной производитель угля региона — ООО «Тувинская горнорудная компания» (ООО «ТГРК»), разрабатывающее открытым способом Каа-Хемское и Чаданское месторождения. На первом объеме добычи в последние пять лет составляет 400–460 тыс. т в год, на втором — 140–250 тыс. т в год. Разработан проект реконструкции Каа-Хемского разреза с увеличением его мощности до 1,5 млн т угля в год; реализация данного проекта будет способствовать бездефицитности обеспечения населения топливом и, в конечном итоге, повышению топливной безопасности региона.

Общая площадь нарушенной территории Каа-Хемского месторождения составляет около 4,73 км<sup>2</sup>, максимальная глубина карьера — 75 м. Территория горнодобывающего предприятия представляет

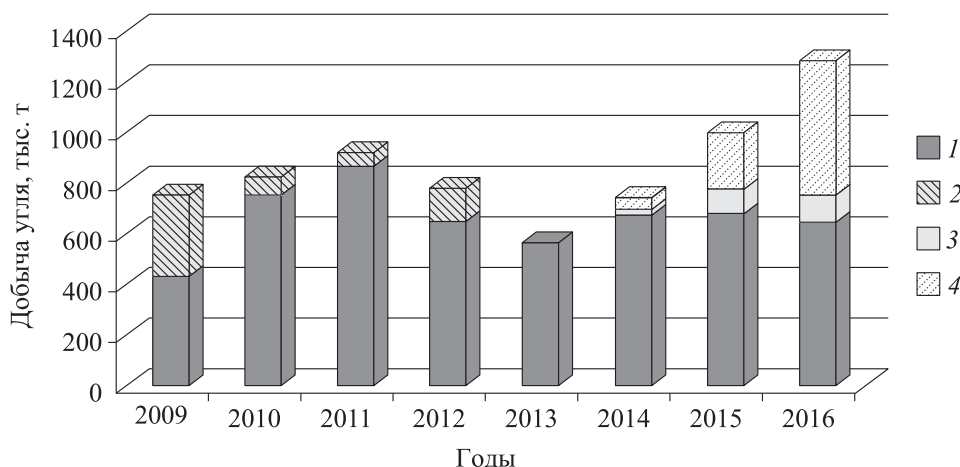


Рис. 2. Структура и динамика добычи угля в Республике Тыва, тыс. т [11–13].

1 — ООО «ТГРК», 2 — ЗАО «Енисейская ПК», 3 — ЗАО «ТЭПК», 4 — ООО «УК «Межегейуголь»».

собой техногенный ландшафт с отрицательными (карьер) и положительными (отвалы) формами рельефа. На месторождении с 1999 г. ведутся наблюдения за загрязнением подземных вод, связанным с работами по добыче угля. Водоносный комплекс нарушается за счет интенсивного поступления вредных веществ путем фильтрации через вскрытую, активизированную техногенезом, зону трещиноватости со дна карьера, где фиксируется их наибольшая концентрация. В карьерных водах обнаруживаются высокие содержания нитратов (7,8 ПДК), аммония (15,7 ПДК), сульфатов (2,8 ПДК), органики (по перманганатной окисляемости — 1,6 ПДК), свинца и мышьяка (до 1,6 ПДК), общая жесткость 48,0 ммоль/л (6,9 ПДК), минерализация 4,31 г/л [12].

На Чаданском месторождении площадь нарушенной территории составляет 2,53 км<sup>2</sup>, максимальная глубина карьера — 115 м. Под влиянием угледобывочных работ подземные воды вблизи разрезов испытывают постоянную и существенную техногенную нагрузку. Происходят нарушения гидродинамического режима, которые заключаются в увеличении амплитуды колебаний, резких скачках уровней [10].

Эрбекское месторождение эксплуатировалось с 1939 по 1950 г. В ноябре 1950 г. в его юго-восточной части произошел взрыв угольной пыли и возгорание пласта 2.2–Улуг. Выгорание угля продолжается по настоящее время. Месторождение законсервировано. Участок выгорания расположен на правом обрывистом берегу Енисея. По оценкам специалистов, горение будет продолжаться еще 30–40 лет. Имеется предложение по использованию тепловой энергии горения в хозяйственных целях [13]. Интерес представляет экологический аспект проблемы. Площадь нарушенных земель составляет 0,17 км<sup>2</sup>.

В 2014 г. началась подземная разработка Межегейского месторождения (недропользователь ООО «Угольная компания «Межегейуголь»», входит в «Евраз Групп»). С началом строительства шахты добыча угля наращается и в 2016 г. составила 532 тыс. т. Предприятие представляет собой один из самых современных в России угледобывающих комплексов, здесь используются новейшая техника и технологии добычи, совершенные системы безопасности. Шахта отрабатывает запасы пласта № 2 Улуг по технологии камерно-столбовой отработки (КСО). Эта передовая технология подразумевает отработку угольного пласта камерами, отделенными друг от друга целиками, которые поддерживают кровлю. При выходе на проектную мощность предполагается добыча 5–6 млн т угля в год в течение 37 лет, планируется строительство обогатительной фабрики и других объектов наземной инфраструктуры. В настоящее время площадь нарушенных земель составляет 0,49 км<sup>2</sup>.

На Элегестском месторождении, наиболее крупном в Улуг-Хемском бассейне и имеющем благоприятные горно-геологические условия, предполагается создание крупнейшего в России горно-обогатительного комплекса по добыче и переработке углей. Месторождение разрабатывалось в 1950-х гг. подземным способом. Здесь функционировали две шахты (Элегест и Красная горка), которые были закрыты в 1970 г. в связи с началом функционирования угольных разрезов «Каа-Хемский» и «Чаданский». В 2005 г. ЗАО «Енисейская промышленная компания» начала опытно-промышленную разработку месторождения. Добыча угля осуществлялась открытым способом. В 2012 г. за ряд нарушений лицензия на право пользования недрами Элегестского месторождения была досрочно отозвана. В на-



стоящее время месторождение осваивает ООО «Тувинская Энергетическая Промышленная Корпорация» (ООО «ТЭПК»), в 2016 г. открытым способом было добыто 105 тыс. т угля [10]. Площадь нарушенных земель при открытом способе обработки составляет 1,59 км<sup>2</sup>, при подземном — 0,05 км<sup>2</sup>.

### ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКА И ЕЕ ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА

Единственная тепловая электростанция, вырабатывающая тепловую и электрическую энергию в Республике Тыва, — Кызылская ТЭЦ. Остальные ТЭЦ на территории республики в настоящее время функционируют в режиме котельных.

Производством и поставкой тепловой энергии потребителям Республики Тыва занимаются три тепловые станции, две котельные мощностью более 10 Гкал (Кызылская ТЭЦ и четыре участка ГУП РТ «Управляющая компания ТЭК-4»: Ак-Довуракский, Хову-Аксынский, Шагонарский и Чаа-Хольский) и около трехсот котельных малой мощности. Суммарная мощность источников теплоснабжения составляет 1721 Гкал/ч [14]. Основной вид топлива в регионе — уголь, его доля в топливном балансе составляет 98,4 %. Подача тепла потребителям осуществляется по водяным тепловым сетям протяженностью 285,4 км. Износ котельных по республике составляет 68 %, тепловых и электрических сетей — 78 %, водопроводных и канализационных насосных станций и очистных сооружений — 66 % [12].

Кызылская ТЭЦ — единственный теплоисточник г. Кызыл. Ее установленная электрическая мощность составляет 17 МВт, тепловая — 310,2 Гкал/ч. В связи с усиливающимся дефицитом тепловой энергии, составляющим 120,9 Гкал/ч, необходимо провести реконструкцию и завершить второй этап расширения Кызылской ТЭЦ [14]. Основной и единственный вид сжигаемого топлива — Каа-Хемский каменный уголь марки «Г». Транспортировка угля производится автомобильным транспортом. Уголь складировается на складе угля ТЭЦ, объем которого 45 тыс. м<sup>3</sup>, а далее отправляется по ленточным конвейерам в дробильный корпус, где измельчается до нужной фракции и подается ленточными конвейерами в бункеры сырого угля котельных установок, объемом 75 м<sup>3</sup> каждый. Среднегодовой расход угля составляет около 170 тыс. т [15].

Продукты сгорания угля поступают в золошлаковый отвал Кызылской ТЭЦ площадью 10 га. Отвал находится в жилой зоне города, ниже по потоку миграции подземных вод, в 130–150 м от него расположены жилые дома, жители которых пользуются абиссинскими колодцами. При длительном хранении продуктов сгорания угля наблюдается проникновение шлакоотводных вод в нижние горизонты. Зона влияния стоков с отвала распространяется на расстояние около 300–350 м, возможно и более.

Ежегодно в отвал поступает около 18 тыс. т продуктов сгорания. В 2009 г. его емкость составляла 300 тыс. т. Результаты исследования качественного состава золошлаковых отходов установили низкие концентрации в них редких и радиоактивных элементов, что делает продукты сгорания пригодными для изготовления строительных материалов. Разгрузка отвала позволит оздоровить экологическую ситуацию в Кызыле [16]. В настоящее время для Кызылской ТЭЦ разрабатывается проект очистки золошлаков с целью снижения их негативного воздействия на окружающую среду, поддержания достаточной резервной емкости золоотвала путем использования образующегося золошлакового материала, исключения изъятия дополнительных объемов земельных площадей для хранения золошлаковых отходов [17].

Активное техногенное влияние на подземные воды оказывает отстойник-накопитель гидрозолеудаления. Здесь, по органолептическим показателям, вода не соответствует нормам для питьевых вод (мутная со специфическим землистым и слабководородным запахом). В районе отстойника выявлено повышенное содержание (по сравнению с фоновым) меди, свинца, цинка, никеля, увеличение температуры воды повышает токсичность металлов. При дальнейшем повышении температуры можно ожидать химическое загрязнение и, как следствие, повышенную токсичность элементов в подземных водах. Рекомендовано подключить жилые дома в зоне отстойника к централизованному водоснабжению. В многолетнем разрезе интенсивность загрязнения подземных вод на этом участке не имеет тенденций к повышению, но для предупреждения катастрофических ситуаций наблюдения необходимо продолжать [10, 12].

При сжигании угля атмосфера загрязняется летучей золой, частицами недожога, химическими соединениями (сернистый и серный ангидриды, окислы азота, фтористые соединения). В зольных отвалах содержатся мышьяк, диоксид кремния и др. с концентрацией от 5 до 20 ПДК. Загрязнению почвогрунтов тяжелыми металлами способствует накопление сажи в верхних слоях почвы (до 7–10 см). Летучая зола и сажа в условиях котловинного рельефа распространяются от дымовых труб ТЭЦ до

11 км. Уже на расстоянии 5 км их концентрация от центра города снижается в три раза и составляет 0,38 мг/м<sup>3</sup> (20 ПДК). Содержание сажи в твердых частицах ТЭЦ составляет 4 %, в то время как в выбросах печей частного сектора — 65–70 % [18]. В зоне действия ТЭЦ уровень загрязнения почв оценивается как слабый [19], лидируют цинк, никель, свинец. Высокий уровень загрязнения пылью снежного покрова зафиксирован в 500 м западнее от ТЭЦ в пгт Каа-Хем (466,9 мг/м<sup>2</sup> в сутки), на остальных участках уровень загрязнения средний, низкий и очень низкий [20].

Ак-Довуракская ТЭЦ в 1999 г. была отделена от комбината «Туваасбест» и преобразована в самостоятельное предприятие ГУП «Ак-Довуракская ТЭЦ». Предприятие находится на северо-восточной окраине города. Мощности ТЭЦ рассчитаны на отопление города и технологические нужды горно-обогатительного комбината. В атмосферный воздух ГУП «Ак-Довуракская ТЭЦ» ежегодно выбрасывает около 2 тыс. т загрязняющих веществ 20 наименований, из которых одно первого класса опасности (свинец), пять второго класса опасности (марганец и его соединения, плохо растворимые фториды, фтористый водород, диоксид азота, сероводород). Остальные вещества (сажа, пыль неорганическая, бензин, взвешенные вещества, керосин, пыль абразивная, ангидрид сернистый и др.) третьего и четвертого классов опасности [21].

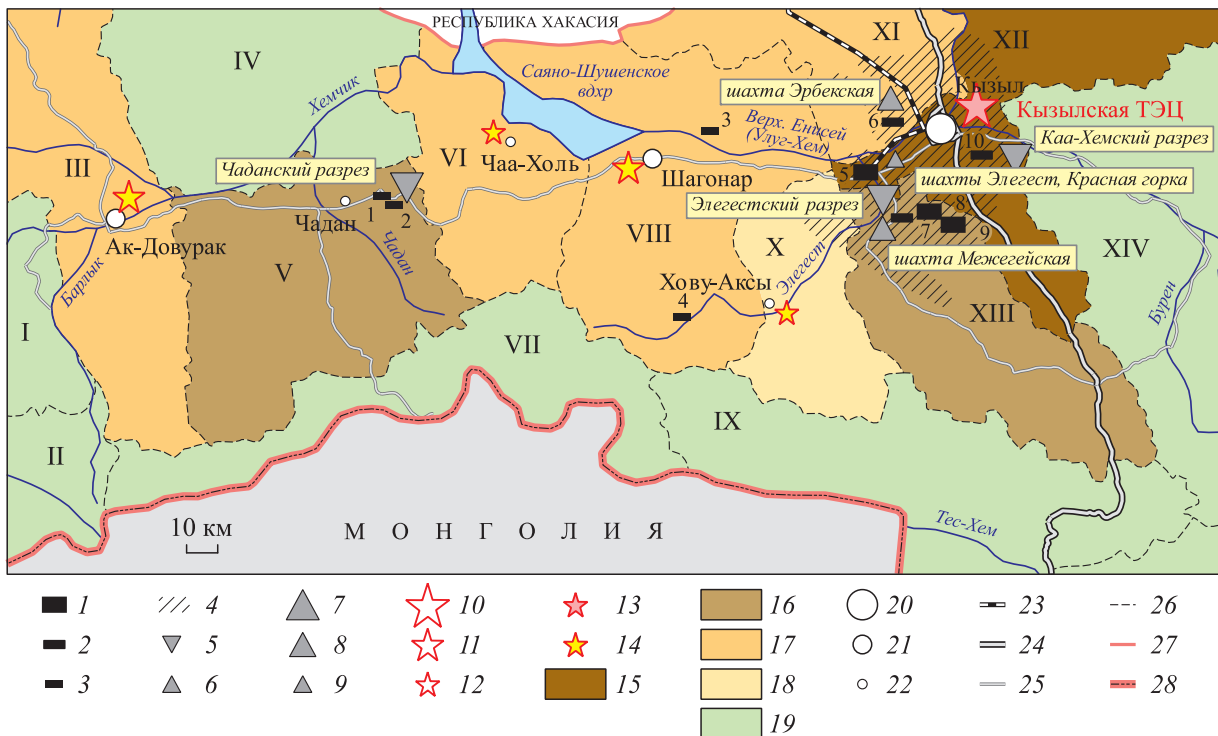


Рис. 3. Влияние топливно-энергетического комплекса на окружающую среду.

Месторождения каменного угля по объему запасов: 1 — крупные, 2 — средние, 3 — мелкие. 4 — Улуг-Хемский угольный бассейн. Способ добычи: 5 — открытый, 6 — подземный. Площадь земель, нарушенных при добыче угля, км<sup>2</sup>: 7 — >1,5, 8 — 0,1–0,5, 9 — <0,1. Площадь земель, нарушенных предприятиями теплоэнергетики, км<sup>2</sup>: 10 — >0,5, 11 — 0,05–0,15, 12 — <0,05. Источники теплоснабжения по количеству выбросов загрязняющих веществ, т/год: 13 — 5, 14 — 1–2. Плотность нарушений в пределах кожуунов, км<sup>2</sup>/тыс. км<sup>2</sup>: 15 — >0,5, 16 — 0,1–0,5, 17 — 0,01–0,05, 18 — <0,01, 19 — 0 (нарушения не выявлены). Населенные пункты по числу жителей, тыс. чел.: 20 — >100, 21 — 10–100, 22 — <10. Транспортные коммуникации: 23 — железная дорога проектируемая, 24 — автомобильные дороги федерального значения, 25 — автомобильные дороги регионального значения. Границы: 26 — кожуунов, 27 — регионов, 28 — Российской Федерации. Цифры на карте: Кожууны: I — Бай-Тайгинский, II — Монгун-Тайгинский, III — Барун-Хемчикский, IV — Сут-Хольский, V — Дзун-Хемчикский, VI — Чаа-Хольский, VII — Овюрский, VIII — Улуг-Хемский, IX — Тес-Хемский, X — Чеди-Хольский, XI — Пий-Хемский, XII — Кызыльский, XIII — Тандинский, XIV — Каа-Хемский. Месторождения каменного угля: 1 — Чаданское, 2 — Чангыз-Хадынское, 3 — Ийитальское, 4 — Актальское, 5 — Элегестское, 6 — Эрбекское, 7 — Межегейское, 8 — Западная часть Улуг-Хемского бассейна, 9 — Восточная часть Улуг-Хемского бассейна, 10 — Каа-Хемское.

### ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ КАРТОГРАФИРОВАНИЕ ТЕХНОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА

Для всестороннего анализа влияния топливно-энергетического комплекса на окружающую среду нами была создана подробная карта, охватывающая участок наиболее освоенной части Республики Тыва, где расположены предприятия ТЭК, рассмотренные ранее (рис. 3). В исследовании получили дальнейшее развитие методы картографирования техногенного воздействия на окружающую среду, разработанные на примере водосборного бассейна оз. Байкал [22].

Картографическая визуализация экологической оценки техногенного воздействия ТЭК — важная научная и прикладная задача в области промышленной экологии и тематической картографии. Созданная карта имеет сложную нагрузку, которая характерна для комплексной карты, где специальное содержание оформляется в виде семиотического сочетания графознаков, локализованных в пунктах, и картознаков, представляющих одномерные пространственные предметы в виде линий и двумерные пространственные предметы в виде площадей [23].

На карте показаны месторождения каменного угля, угледобывающие и теплоэнергетические предприятия, дана оценка их воздействия на окружающую среду. Наибольшая площадь нарушений выявлена на Каа-Хемском месторождении, на промышленной площадке Кызылской ТЭЦ, которая также лидирует по количеству выбросов загрязняющих веществ в атмосферу. На других энергетических объектах характер нарушений, их площади, а также объемы выбросов значительно меньше. Плотность нарушений определяется отношением суммарной площади нарушенных земель к площади кожуунов. Наибольшая плотность установлена для Кызылского кожууна, несколько меньшая — для Тандинского и Дзун-Хемчикского.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Снижение негативного воздействия на окружающую среду объектов энергетики и угольной промышленности — важнейшая экологическая задача для Тывы [24]. Для ее решения определено воздействие на окружающую среду, рассмотрены природоохранные мероприятия. Основная часть добычи угля в Республике Тыва осуществляется открытым способом, поэтому увеличение площадей карьеров и отвалов угледобывающих предприятий представляет серьезную опасность нарушения земель.

В настоящее время в Республике уголь используется преимущественно для получения тепловой энергии на тепловых станциях и котельных, а также в частном секторе, предварительная технологическая обработка угля отсутствует. Из-за большого содержания летучих веществ (неконденсируемые газы, каменноугольная смола) и склонности к спеканию слоевое горение тувинских углей в котлоагрегатах сопровождается высоким химическим недожогом. В результате образуется большое количество загрязняющих веществ, выбрасываемых в атмосферу. Резко континентальный климат и географические условия — расположение населенных пунктов региона в межгорных котловинах, своеобразная «инверсионная крышка» — препятствуют перемешиванию воздушных масс и очищению воздуха, особенно в зимнее время.

Дополнительное использование угля в качестве основного теплоносителя может привести к усилению загрязнения атмосферы. В теплоэнергетике Тувы не применяется природный газ или какое-либо жидкое топливо, что могло бы значительно уменьшить накопление отходов производства и золы, снизить загрязнение воздуха. Республика обладает значительным гидроэнергетическим потенциалом рек. В настоящее время функционирует одна малая гидроэлектростанция (МГЭС) проектной мощности 165 КВт на р. Чаваш (курорт Уш-Бельдир). Перспективно развитие солнечной энергетики, поскольку по уровню инсоляции территории Тыва относится к числу ведущих регионов России.

Результаты исследования отражены на карте, которая представляет информационную основу, средство и результат исследования. Она дает наглядное системное представление о структуре комплекса и техногенных объектах как источниках воздействия на окружающую среду, параметрах воздействия, экологическом состоянии территории. Преимущество принятого картографического подхода заключается в том, что карта содержит информацию не только об объектах и их свойствах, но дает наглядное представление об особенностях территориального размещения предприятий ТЭК и пространственных связях. Для создания карты «Влияние топливно-энергетического комплекса на окружающую среду» авторами впервые был разработан оригинальный картографический язык, основанный на современных представлениях картосемиотики. Такая карта является пространственно-знаковой моделью ТЭК, отображающей его производственную и экологическую составляющие.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Ржевский В.В., Болотова Л.Е.** Экология горного производства. — М.: Изд-во Моск. горн. ин-та, 1988. — 243 с.
2. **Daozhong C., Qingli Z., Jie W.Z.** Comparative Analysis of Ecological Rucksack Between Open-pit and Underground Coal Mine // Energy Procedia. — 2011. — N 5. — P. 1116–1120.
3. **Котлер В.Р.** Экологические проблемы угольных ТЭЦ — отчет Всероссийского теплотехнического института [Электронный ресурс]. — [http://vti.ru/files/public/ekologicheskie\\_problemy\\_ugol\\_nyh\\_tec.pdf](http://vti.ru/files/public/ekologicheskie_problemy_ugol_nyh_tec.pdf) (дата обращения 10.02.2018).
4. **Chowdhury A.H.** Environmental Impact of Coal based Power Plant of Rampal on the Sundarbans (World Largest Mangrove Forest) and Surrounding Areas // Ecology & Environmental Science. — 2017. — Vol. 2, N 3. — P. 94–111.
5. **Экологический дайджест FacePla.net** [Электронный ресурс]. — <http://www.facepla.net/the-news/5457-китай-электростанции> (дата обращения 2.11.2017).
6. **Федеральная служба государственной статистики.** Центральная база статистических данных [Электронный ресурс]. — <http://www.gks.ru/dbscripts/cbsd/DBInet.cgi> (дата обращения 31.10.2017).
7. **Куулар В.В.** Воздействие топливно-энергетического комплекса Тывы на окружающую среду // Материалы Республ. науч.-практ. конф. к 85-летию первого ученого-географа Тывы К.О. Шактаржика «География Тывы: образование и наука». — Кызыл: Изд-во Тувин. ин-та компл. освоения природных ресурсов СО РАН, 2016. — С. 65–68.
8. **Государственный доклад о состоянии и об охране окружающей среды Республики Тыва в 2010 году.** — Кызыл, 2011. — 123 с.
9. **Лебедев В.И., Котельников В.И.** Экологические проблемы освоения месторождений каменных углей Улуг-Хемского бассейна // Вестн. Тувин. ун-та. Естественные и сельскохозяйственные науки. — 2016. — № 2 (29). — С. 96–104.
10. **Государственный доклад о состоянии и об охране окружающей среды Республики Тыва в 2016 году.** — Кызыл, 2017. — 104 с.
11. **Дабиев Д.Ф.** Топливо-энергетический комплекс Тывы: состояние и перспективы добычи угля // Экономика и социум. — 2017. — № 3 (34). — С. 508–512.
12. **Государственный доклад о состоянии и об охране окружающей среды Республики Тыва в 2013 году.** — Кызыл, 2014. — 102 с.
13. **Лебедев В.И., Балакина Г.Ф.** Направления использования энергетических ресурсов Тывы // Состояние и освоение природных ресурсов Тывы и сопредельных регионов Центральной Азии. Геоэкология природной среды и общества. — 2010. — Вып. 10, 11. — С. 212–214.
14. **Котельников В.И., Куликова М.П.** Проблемы и перспективы развития теплоэнергетики в Тыве // Энергетическая политика. — 2013. — № 4. — С. 58–64.
15. **ОАО «Кызыльская ТЭЦ»** [Электронный ресурс]. — [http://www.kyzyl-tec.ru/index.php?q=node\\_37](http://www.kyzyl-tec.ru/index.php?q=node_37) (дата обращения 31.10.2017).
16. **Шоева Т.Е., Каминский Ю.Д.** Общая характеристика золошлаковых отходов Кызыльской ТЭЦ // Состояние и освоение природных ресурсов Тывы и сопредельных регионов Центральной Азии. Геоэкология природной среды и общества. — 2010. — Вып. 10, 11. — С. 101–104.
17. **Проект** технической документации на получение продукта «Материал золошлаковый, получаемый в результате деятельности АО «Кызыльская ТЭЦ»» [Электронный ресурс]. — <http://kizil.bezformata.ru/listnews/rezultate-deyatelnosti-ao-kizilskaya-tetc/59373327/> (дата обращения 31.10.2017).
18. **Андрейчик М.Ф.** Экологические проблемы города Кызыла Республики Тыва [Электронный ресурс]. — [http://www.rusnauka.com/21\\_NTP\\_2011/Ecologia/1\\_90870.doc.htm/](http://www.rusnauka.com/21_NTP_2011/Ecologia/1_90870.doc.htm/) (дата обращения 31.10.2017).
19. **Кара-Сал И.Д.** Оценка эколого-геохимического состояния территории города Кызыла: Автореф. дис. ... канд. геогр. наук. — Томск: Изд-во Нац. исслед. Том. ун-та, 2012. — 23 с.
20. **Кара-Сал И.Д.** Определение уровня загрязнения пылью снежного покрова в зоне влияния Кызыльской ТЭЦ // Вестн. Тувин. ун-та. — 2014. — № 3 (22). — С. 109–112.
21. **Даваа Т.А.** К проблеме нормирования выбросов в атмосферный воздух от предприятия ГУП «Ак-Довуракская ТЭЦ» // Сб. трудов конф. «Экология Южной Сибири и сопредельных территорий». — Абакан: Изд-во Хакас. ун-та, 2014. — С. 10–11.
22. **Абалаков А.Д., Базарова Н.Б.** Картографическая оценка воздействия горнодобывающей промышленности на окружающую среду в бассейне озера Байкал // География и природ. ресурсы. — 2015. — № 3. — С. 64–73.
23. **Батуев Д.А., Вологжина С.Ж., Сакиева М.Г.** Картографические модели природопользования региона. — Иркутск: Изд-во Ирк. ун-та, 2013. — 161 с.
24. **Монгуш С.П.** Проблемы развития энергетики угольной промышленности // Вестн. Тувин. ун-та. Естественные и сельскохозяйственные науки. — 2016. — № 2 (29). — С. 214–216.

*Поступила в редакцию 3 февраля 2018 г.*