



ГЕОГРАФИЯ И ГЕОЭКОЛОГИЯ

2015, Том 10, Номер 1, с 177-184
2015, Volume 10, Issue 1, pp. 177-184

УДК 91+574 (470.67)

ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ РЕСПУБЛИКИ ДАГЕСТАН С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НОРМИРОВАНИЯ АНТРОПОГЕННОЙ НАГРУЗКИ

*Ахмедова Л.Ш., Раджабова Р.Т., Гусейнова Н.О., Курамагомедов Б.К.
ФГБОУ ВПО «Дагестанский государственный университет»,
кафедра рекреационной географии и устойчивого развития
ул. Дахадаева 21, г. Махачкала, Республика Дагестан 367025 Россия*

Резюме. В работе приведены закономерности, являющиеся теоретической основой для управления структурой экономики и расселения на условиях экологической регламентации социально-экономической политики Республики Дагестан. Рассмотрены аргументацию концептуальных основ эволюции структуры современной энергетики на средосберегающие технологии.

Ключевые слова: геоэкологическая оценка, экологическое нормирование антропогенной нагрузки, мощность энергопотребления, долгосрочная демографическая политика, геосферная концепция, устойчивое развитие, Республика Дагестан

GEOECOLOGICAL EVALUATION OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF THE REPUBLIC OF DAGESTAN AND NORMALIZING THE ANTHROPOGENIC BURDEN

*Akhmedova L.Sh., Radzhabova R.T., Guseynova N.O., Kuramagomedov B.M.
Federal STATE budgetary educational institution of higher professional education
Dagestan State University, Department of recreational geography and sustainable development
21 St. Dakhadaeva, city of Makhachkala 367025, Republic of Dagestan, Russia*

Abstract. Aim. Identifying the laws for natural resources deposits that can and should be the basis for a long-term program of activities for the inevitable and painless transition to renewable fuel energy resources within environmentally acceptable limits. **Methods.** Methods of measuring and evaluating the sustainability of geosystems are used illustrated in the paper. **Results.** Basing on a comparative analysis of generalized indexes of population density on the energy supply and food we found patterns that are the theoretical basis for controlling the structure of the economy and settlement in the context of ecological regulation of social and economic policy of the Republic of Dagestan. **Conclusions.** Latest global evaluation of anthropogenic burden resulting from the geosphere concept allows making significant corrections in previously completed evaluation under the biosphere concept.

Key words: geocological evaluation, environmental regulation of anthropogenic burden, power consumption, long-term demographic policy, geosphere concept, sustainable development, the Republic of Dagestan.



Лимиты антропогенной нагрузки на биосферу в целом, вытекающие из биосферной концепции экологического развития, постоянно являются предметом обсуждения. Однако на уровне стран и их регионов данная концепция не получила признания и развитие экономики по-прежнему ориентировано на ресурсную концепцию безотносительно к емкости среды. По этой причине нет и национально-региональной системы нормирования антропогенной нагрузки на природу как фундаментальной основы устойчивости экосистем и окружающей среды в целом. В нашей стране и республике правовое, методическое и организационное обеспечение имеет лишь система санитарно-гигиенических стандартов по выбросам и сбросам в окружающую среду вредных веществ (ПДК, ПДВ и др.), что является вторичным по отношению к пороговым значениям антропогенной нагрузки. Подобная практика существенно сужает содержание понятия «антропогенная нагрузка», что является большим препятствием для объективной оценки состояния природных систем и программирования мероприятий по обеспечению их устойчивости. Поскольку материальный баланс современной биосферы складывается из биотического, физического и производственного потоков вещества и энергии, существует проблема сведения этих разнокачественных потоков к единой системе соизмерения. Идея соизмерения природных (биологических и физических) и производственных потоков вещества на единой энергетической основе впервые была методологически обоснована и аргументирована В.И.Вернадским (1927, 1967), а затем поддержана и развита в ряде фундаментальных работ по общей экологии (Тимофеев-Ресовский, 1978; Одум Г., Одум Э., 1978; Одум, 1986; Горшков, 1990; Акимова, Хаскин, 2001 и др.).

Согласно современным представлениям количественную меру любых процессов, происходящих в материальных системах можно свести к энергетическому выражению. Поэтому большинство специалистов придерживается энергетического подхода в оценке таких фундаментальных понятий как антропогенная нагрузка, техноёмкость среды, пределы устойчивости экосистем и биосферы в целом и др.

Нормы энергоёмкости территорий, как естественные ограничители антропогенной нагрузки, служат главным средством регламентации природопользования во всех его аспектах.

Региональные экологические нормативы должны быть согласованы с пределами устойчивости всей биосферы. Согласно биосферной концепции определены следующие пределы устойчивости биосферы (Горшков, 1990):

1. Мощность потребления первичной продукции биосферы – до 1% мощности глобального фотосинтеза, т.е. 1,3ТВт;

2. Мощность прямого душевого потребления продукции биосферы – 1,14 кВт/чел., в том числе мощность пищи человека – 140 Вт, корм скота и потребление древесины – 1 кВт;

3. Мощность плотности антропогенной нагрузки на территорию – 15 кВт/км².

Приведенным нормативам соответствует максимальная численность населения Земли до 1 млрд. человек со средней плотностью 7,4 чел/км².

Биосферная концепция предусматривает полную переориентацию человечества на продукцию фотосинтеза. Такой скачкообразный переход от современной топливной энергетики на биопroduкцию (древесина, биогаз и др.) при сохранении цивилизованного комфорта жизни людей – очевидно, дальняя перспектива, находящаяся за пределами реалистичных прогнозов. Поэтому мы считаем, что данная концепция нуждается в корректировке, в части, касающейся энергопотребления, замещения топливной энергетики экологически нейтральными источниками, дополняющими мощности биосинтеза.

Рассмотрим аргументацию концептуальных основ эволюции структуры современной энергетики на средосберегающие технологии.



По данным Института мировых ресурсов Международного агентства по энергетике и Всемирного банка мощность энергопотребления современной цивилизации достигает 20ТВт, что составляет 15% мощности фотосинтеза всей планеты и 25% на суше. Из этой мощности до 90% приходится на ископаемое топливо, 7% - на гидроэнергетику и 5% - на атомную энергетику (World resources, 2009).

Средняя мощность энергопотребления составляет 3,3 кВт/чел., что втрое превышает мощность прямого потребления биологической продукции. Удельная мощность энергопотребления в разных странах меняется в диапазоне от 11 кВт/чел (США) до менее 1кВт/чел – в развивающихся странах.

Сложившаяся структура энергетики и ее огромная мощность является основным источником современных эколого-экономических проблем.

Генассамблея ООН еще в 1978 г. приняла резолюцию о необходимости перехода на «новые и возобновимые источники энергии». Данная инициатива была стимулирована в основном не экологическими, а экономическими причинами: к этому времени стало очевидным, что топливные ресурсы недр будут исчерпаны в течение от нескольких десятилетий (нефть) до первых сотен лет (уголь, газ).

Однако экологические проблемы являются более актуальными причинами для опережающей переориентации энергетики на возобновимые источники биосферы. К ним, прежде всего, относится кинетическая энергия водных и воздушных масс, которая представляет собой опосредованную долю солнечной энергии. Последнее обстоятельство обеспечивает экологическую чистоту данного источника энергии и не нарушает энергетического баланса Земли, поскольку лишь часть солнечной энергии канализируется через техносферу и удаляется за пределы планеты эффективным излучением в том же количестве, как и в невозмущенной биосфере.

Потенциальная мощность движения воздуха и воды огромна – до $25 \cdot 10^{15}$ Вт, что составляет 25% от мощности солнечной радиации и 250 раз больше мощности фотосинтеза.

При современных технологиях преобразования энергии потенциал эксплуатационных ресурсов возобновимых источников оценивается в следующих показателях: гидроэнергия – 3ТВт, гелиоэнергия – 0,5 ТВт, ветроэнергия – 0,3 ТВт.

Все три геофизических источника энергии имеют экологические ограничения: гелиоэнергетика – отчуждение части земной поверхности из биотического оборота; гидроэнергетика – отчуждение земель под водохранилища, нарушение режима развития водных организмов; ветроэнергетика – нарушение санитарно-гигиенических норм, благодаря мощному инфразвуковому излучению и др.

Таким образом, суммарная потенциальная мощность всех этих геофизических ресурсов составляет около 4ТВт, что в 4-5 раз меньше мощности современной техносферы. Это, однако, не означает, что качество жизни людей будет снижено во столько же раз. Напротив, это дополнительный и объективный аргумент в пользу депопуляции человечества до 1 млрд., для которых могут быть обеспечены условия жизни по самым высоким стандартам качества. При этих условиях мощность душевого потребления энергии составит 4 кВт/чел. Приведенная оценка хорошо согласуется с показателями мощности современного энергопотребления в постиндустриальных странах с высокими стандартами жизни и гражданской экономикой: Австрия – 4,1 кВт/чел, Швейцария – 4,2 кВт/чел., Новая Зеландия – 4,8 кВт/чел. Наоборот, в высокоразвитых странах с милитаризированной экономикой душевое энергопотребление существенно выше: США – 11,3 кВт/чел, Россия – 6,5 кВт/чел, Великобритания, Германия и Франция – более 5,0 кВт/чел.

Таким образом, приведенное обсуждение показывает, что переориентации энергетики на возобновимые геофизические источники – реальный проект средосбережения в границах устойчивости биосферы и, вероятно, единственная перспектива экоразвития современной цивилизации. Данный проект способен обеспечить индивидуальный комфорт для нормативной численности населения по самым высоким стандартам качества



жизни. При этом энергетический баланс Земли не нарушается, поскольку по антропогенному каналу потребления направляется лишь часть геофизического потока энергии.

Выполненный анализ приводит к следующим обобщенным показателям нормирования антропогенной нагрузки на биосферу:

1. Нормированная численность населения – 1 млрд. человек при средней плотности 7,4 чел/км²;

2. Мощность душевого потребления энергии – 4 кВт/чел, в том числе 1,14 кВт/чел – потребление биопродукции (1% мощности фотосинтеза) и 2,9 кВт/чел – потребление на обслуживание и техногенез энергии возобновимых геофизических источников;

3. Суммарная мощность энергопотребления – 4 ТВт (0,03% суммарной радиации всей суши);

4. Средняя плотность энергонагрузки на территорию – 30 кВт/км².

Включение в антропогенный канал потребления геофизических ресурсов вносит существенные коррективы в нормативы, вытекающие из биосферной концепции: вдвое увеличивается допустимая плотность энергонагрузки на территорию, втрое возрастает мощность душевого энергопотребления, порог устойчивой биосферы повышается с 1,3 ТВт до 4 ТВт. При всех этих коррективах сохраняются пределы численности населения (1 млрд.) и порог мощности потребления биопродукции (1%). Поскольку внесенные уточнения касаются не только количественных показателей, но и структуры потребления, данную концепцию следовало бы считать геосферной.

Для перехода от среднелобальных к региональным нормативам регламентации антропогенной нагрузки на геосистемы, приведенные выше абсолютные показатели необходимо перевести в относительные. Такой переход обеспечит учет разнообразия энергии (суммарной радиации) реальных геосистем. Из предыдущего осуждения вытекают следующие показатели относительно мощности солнечной радиации, падающей на единицу поверхности суши:

плотность допустимой энергонагрузки на территорию – 0,026%, в том числе мощности энерго- и биопотребления, соответственно 0,019% и 0,007%.

Поскольку мощности суммарной радиации и фотосинтеза находятся между в стехиометрических отношениях, то относительно средней плотности мощности фотосинтеза на суше (~600 кВт/км²) перечисленные пороги нагрузки составляют 5%; 3,6% и 1,4%. Здесь мы сталкиваемся с ситуацией соотношения оценок в сосредоточенных и распределенных параметрах. Все три показателя нагрузок могут соответствовать в идеальных условиях среды, учитывающих только вертикальные потоки энергии. В реальных физико-географических условиях потенциалы энерго- и биопотребления могут существенно отклоняться: в горных условиях положительного баланса влаги потенциал энергопотребления (гидро- и гелиоэнергетика) существенно больше, чем в равнинных территориях. Все эти различия потенциалов выравниваются горизонтальными потоками вещества и энергии и чем больше анализируемая территория, тем меньше будут проявляться контрасты и, согласно закону больших чисел контрасты будут устраняться и средние показатели энерго- и биопотребления будут асимптотически приближаться к идеальным показателям антропогенной нагрузки. Анализ данных по районам и территории Дагестана в целом достаточно убедительно подтверждает отмеченную закономерность. В гипсометричном профиле от прибрежных равнин к высокогорьям растет потенциал энергоемкости территории за счет роста ресурсов гелиоэнергетики (суммарной радиации) и особенно роста ресурсов гидроэнергетики (сток малых и средних рек с большими перепадами высот). В распределении ресурсов биопродукции устанавливается обратная закономерность, благодаря росту продолжительности вегетационного периода. В идеале обе закономерности должны взаимно компенсироваться потоками вещества и энергии в противоположных направлениях: передача с гор на равнину энергии малых и средних ГЭС и обратный поток биопродукции.



Таким образом, изложенные средне-глобальные оценки нормирования антропогенной нагрузки, вытекающие из геосферной концепции, позволяют внести существенные коррективы в ранее выполненные оценки согласно биосферной концепции. Результаты выполненных расчетов по экологическому нормированию антропогенной нагрузки в высотно-широтных интервалах территории Дагестана приведены в табл. 1.

Таблица 1

Нормированная мощность (кВт/км²) антропогенной нагрузки и плотности населения (чел/км²) в высотно-широтных интервалах территории Дагестана

Table 1

Normalized capacity (kW/km²) of anthropogenic burden and population density (persons/km²) in the high-latitude ranges in the territory of Dagestan

Интервалы высот, м	Суммарная радиация, 10 ³	Плотность нагрузки	В том числе		Плотность населения
			По энергопотреблению	По биопотреблению	
≤ 500	157-171	40,8-44,5	29,8-32,5	11,0-12,0	10,2-11,1
500-1000	160-175	41,6-45,5	30,4-33,2	11,2-12,3	10,4-11,4
1000-1500	164-178	42,6-46,3	31,2-38,8	11,4-7,5	10,6-11,6
1500-2000	168-182	43,7-47,3	32,0-34,6	11,7-12,7	10,9-11,8
2000-2500	171-185	44,5-48,1	32,5-35,2	12,0-12,9	11,1-12,0
2500-3000	174-189	45,2-49,1	33,1-35,9	12,1-13,2	11,3-12,3
≥ 3000	≥ 189	≥ 49,1	≥ 35,9	≥ 13,2	≥ 12,3

Напомним, что «перекрытие» всех показателей мощности вызвано широтным градиентом мощности суммарной радиации на равных интервалах высот. Для учета этой методической особенности и использования показателей мощности в картографических целях составлена матрица (табл. 2) допустимой мощности антропогенной нагрузки в двух координатах - высоты (строчка) и широты (столбец).

Таблица 2

Нормированная плотность (кВт/км²) антропогенной нагрузки в координатах широты и высоты

Table 2

Normalized density (kW/km²) of the anthropogenic burden in latitude and height

φ° \ Z, м	41	42	43	44	45
0	43,0	42,2	41,5	40,7	40,0
500	44,5	43,6	42,6	41,7	40,8
1000	45,5	44,5	43,6	42,6	41,6
1500	46,3	45,4	44,4	43,5	42,6
2000	47,3	46,4	45,4	44,5	43,7



2500	48,1	47,2	46,2	45,3	44,5
3000	49,1	48,2	47,2	46,3	45,2
>3000	>49,1	>48,2	>47,2	>46,3	>45,2

Данные таблицы 2 показывают, что нормированная плотность антропогенной нагрузки на данной территории больше, чем среднеглобальный показатель (30кВт/км²) в соответствии с положением территории в средних широтах. Вторая особенность заключается в том, что энергоёмкость территории растёт по диагонали матрицы справа налево от 40,0 кВт/км² до 49,1 кВт/км² согласно высотной поясности в распределении мощности суммарной радиации. В этом же направлении растёт и нормативная плотность населения от 10 до 12,3 чел/км².

Приведённые оценки плотности населения и энергопотребления нуждаются в корректировке по компоненте энергии биопродукции, а также лимитам и нормам биопотребления. Для учёта этих корректировок воспользуемся данными таблиц 1 и 2 по энергетике фотосинтеза и продуктивности земель за вегетационный период. Нормативная плотность населения рассчитывалась согласно уравнению

$$d_n = \frac{0,01P_b}{P_{\varnothing}^-},$$

где d_n – плотность населения, чел/км²;

P_b – энергия годовой биопродукции, или то же самое – суммарная энергия фотосинтеза, Дж/км²·год;

P_{\varnothing}^- – физиологическая норма душевого потребления биопродукции, Дж/чел·год.

Множитель в числителе – допустимая норма потребления биопродукции для невозмущённой биосферы (1%). Норма потребления биопродукции соответствует мощности потребления пищи (140 Вт/чел) или 3000 ккал/сутки. Согласно этим данным за год каждому человеку требуется энергия пищи, равной $4,6 \cdot 10^9$ Дж/год·чел.

Результаты расчета нормированной плотности населения по формуле в высотно-широтных координатах территории Дагестана приведены в таблице 3.

Таблица 3

Нормированная плотность населения (чел/км²) относительно мощности фотосинтеза на территории Дагестана

Table 3

Normalized population density (persons/km²) relative to the power of photosynthesis in the territory of Dagestan

φ° Z, m	41	42	43	44	45
0	56,1	55,6	55,2	54,6	54,1
500	44,8	44,3	43,9	43,3	42,8
1000	33,5	33,0	32,6	31,9	31,5
1500	22,2	21,7	21,3	20,6	20,2
2000	10,9	10,4	10,0	9,3	8,9
2200	6,1	5,6	5,2	4,8	4,1
2400	1,6	1,2	0,8	0,4	-

Сравнительный анализ обобщённых показателей нормативной плотности населения (см. табл. 2 и 3) по энергообеспеченности и пищи людей приводит к следующим выводам:



1. энергообеспеченность людей распределяется по территории Дагестана более равномерно, чем пищей. Плотность населения по энергообеспеченности меняется в небольшом интервале (от 10 до 12,3 чел/км²) и этот показатель растет от высоких широт к низким и по мере роста высоты местности.

2. Нормативный показатель плотности населения по обеспеченности людей пищей обнаруживает обратную закономерность: плотность населения падает по диагонали матрицы (Ахмедова, 2008) по мере роста высоты и широты местности от 56,1 чел/км² ($Z = 0$ м и $\varphi = 41^\circ$ с.ш.) до менее 1 чел/км² ($Z = 2400$ м и $\varphi = 43^\circ$ с.ш.).

3. При такой неравномерности в распределении энерго- и биопотенциалов территории современный комфорт жизни людей (4кВт/чел) может обеспечиваться двусторонними потоками вещества и энергии: горные жители обеспечиваются пищей потоком продукции с равнин и местной продукцией скотоводства и, наоборот, высокий энергопотенциал горных районов (гелио- и гидроэнергетика) позволяет транспортировать электроэнергию с гор на равнины.

Все три закономерности – теоретическая основа для управления структурой экономики и расселения на условиях экологической регламентации социально-экономической политики Республики Дагестан. Кроме того, установленные закономерности пространственной организации естественных ресурсов могут и должны быть положены в основу долгосрочного программирования мероприятий по неизбежному и безболезненному переходу топливной энергетики на возобновимые ресурсы в пределах экологически допустимых лимитов. Для обеспечения оптимальных стандартов жизни людей (4 кВт/чел) в границах установленных лимитов потребления необходимо планировать и реализовать долгосрочную демографическую политику. Актуальность последней проблемы для Республики Дагестан станет очевидной из последующего обсуждения.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Абдурахманов Г.М., Гасанов Ш.Ш., Ахмедова Л.Ш., Раджабова Р.Т., Гусейнова Н.О. Оценка устойчивости геосистем Горного Дагестана. Монография. Махачкала: ИП Овчинников, 2011. 108 с.
2. Абдурахманов Г.М., Ахмедова Л.Ш., Гусейнова Н.О., Раджабова Р.Т. Оценка состояния природно-техногенных систем по данным биологического и физико-химического мониторинга (на примере г. Махачкалы). Монография. Махачкала: Алеф, 2010 – 134 с.
3. Акимова Т.А., Хаскин В.В. Экология. М., Юнити, 2001, 566 с.
4. Ахмедова Л.Ш. Методы измерения и оценки устойчивости геосистем. Махачкала: Изд-во «АЛЕФ», 2008. 100 с.
5. Горшков В.Г. Энергетика биосферы и устойчивость состояния окружающей природной среды. М.: ВИНТИ, 1990.
6. Одум Ю. Экология: В 2 т. М.: Мир, 1986. Т.1. 325 с.; Т.2. 373 с.
7. World Resources, 2000-2009. N. Y., Oxford: Basic Book Inc. 2010. XII. 383 p.

REFERENCE

1. Abdurahmanov G.M., Gasanov Sh.Sh., Ahmedova L.Sh., Radzhabova R.T., Gusejnova N.O. Ocenka ustojchivosti geosistem Gornogo Dagestana [Assessment of the sustainability of geosystems of Mountainous Dagestan]. Monografija. Mahachkala: IP Ovchinnikov, 2011. 108 s.
2. Abdurahmanov G.M., Ahmedova L.Sh., Gusejnova N.O., Radzhabova R.T. Ocenka sostojanija prirodno-tehnogennyh sistem po dannym biologicheskogo i fiziko-himicheskogo monitoringa (na primere g. Mahachkaly) [Assessment of a condition of natural and technogenic systems according to biological and physical and chemical monitoring (on the example of Makhachkala)]. Monografija. Mahachkala: Alef, 2010 – 134 s.
3. Akimova T.A., Khaskin V.V. Ekologiya [Ecology]. M., Yuniti, 2001, 566 s.



4. Akhmedova L.Sh. Metody izmereniya i otsenki ustoichivosti geosistem [Methods of measuring and evaluating sustainability geosystems]. Makhachkala: Izd-vo «ALEF», 2008. 100 s.
5. Gorshkov V.G. Energetika biosfery i ustoichivost' sostoyaniya okruzhayushchei prirodnoi sredy. [The energy of the biosphere and the sustainability of the environment] M.: VINITI, 1990.
6. Odum Yu. Ekologiya [Ecology]: V 2 t. M.: Mir, 1986. T.1. 325 s.;T.2. 373 s.
7. World Resources, 2000-2009.N. Y., Oxford: Basic Book Inc. 2010. XII. 383 p.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Ахмедова Лейла Шапиевна, – кандидат биологических наук, доцент, (8722) 56-21-40, Дагестанский государственный университет, эколого-географический факультет, ул. Дахадаева 21, г. Махачкала, 367001 Россия.

Раджабова Раисат Тажутдиновна – кандидат биологических наук, доцент, (8722) 56-21-40, Дагестанский государственный университет, эколого-географический факультет, ул. Дахадаева 21, г. Махачкала, 367001 Россия.

Гусейнова Н.О., – кандидат биологических наук, доцент, (8722) 56-21-40, Дагестанский государственный университет, эколого-географический факультет, ул. Дахадаева 21, г. Махачкала, 367001 Россия. e-mail: nadira_guseynova@mail.ru

Курамагомедов Б.М., аспирант каф. «Биологии и биоразнообразия» Дагестанский государственный университет.

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Akhmedov Leila Supawna – candidate of biological sciences, associate professor, (8722) 56-21-40, Dagestan state University, ecological-geographical faculty, of st. Dahadaeva 21, Makhachkala, 367001 Russia

Radzhabova Raisat Tazutdinovna – candidate of biological sciences, associate professor, (8722) 56-21-40, Dagestan state University, ecological-geographical faculty, of st. Dahadaeva 21, Makhachkala, 367001 Russia

Guseynova N.O., – candidate of biological sciences, associate professor, (8722) 56-21-40, Dagestan state University, ecological-geographical faculty, of st. Dahadaeva 21, Makhachkala, 367001 Russia, e-mail: nadira_guseynova@mail.ru

Kuramagomedov B. M., graduate student of Department. "Biology and biodiversity" Dagestan state University.