

6. Микульский, В.Г. и др. Строительные материалы. Учеб. издание в 2-х частях. Ч. 2. / В.Г. Микульский. — М.: Изд-во Ассоциации строительных вузов, 2004. — 536 с.
7. Минаева, В.П. Экология промышленного производства / В.П. Минаева // Проблемы совершенствования организации производства и управления промышленными предприятиями: Межвузовский сб. науч. трудов. — 2012. - № 1. — С. 116 — 123.
8. Моисеев, Н.Н. Быть или не быть... человечеству? / Н.Н. Моисеев. — М.: Ульяновский Дом печати, 1999. — 288 с.
9. Подлесных, А.И. О целесообразности применения комбинированных СВЧ-технологий для экологизации производства цементного клинкера / А.И. Подлесных // Международный научно-исследовательский журнал. — 2015. — № 10 (41). — Ч. 2. — С. 97–98.
10. Тейлор, Х. Химия цемента / Х. Тейлор — М.: Мир, 1996. — 560 с.
11. Фокина, З.Т. Синергетический подход к экологизации цементного производства / З.Т. Фокина, А.И. Подлесных // Вестник МГСУ. — 2015. — № 11 — С. 130–141.
12. European Commission, 2007. Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC). Reference Document on Best Available Techniques (BREF) in the Cement and Lime Manufacturing Industries. Draft September 2007. URL: <http://eippcb.jrc.es>. (дата обращения: 08.10.2015).
13. Hill, M.K. Understanding environmental pollution. Third Edition. / M.K. Hill. — Cambridge University Press, 2010. — 585 p.
14. Pacheco-Torgal, F. (Eds.) Eco-efficient Construction and Building Materials. Life Cycle Assessment (LCA), Eco-Labeling and Case Studies. / F. Pacheco-Torgal, L.F. Cabeza, J. Labrincha. — Woodhead Publishing Limited, 2014. — XXI. — 617 p.

© Подлесных А.И., Лаврусевич И.А., 2016

Подлесных Алиса Игоревна // podlesnikh-alisa-i@yandex.ru
Лаврусевич Иван Андреевич // 4914907@gmail.com

УДК 55:61+574.24+314.4:504.055

Росман Г.И., Королева Н.Л. (ФГБУ «ВИМС»)

ПРОГНОЗНАЯ ОЦЕНКА СТЕПЕНИ ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ НАСЕЛЕНИЯ ОТ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ОБЪЕКТОВ МИНЕРАЛЬНО-СЫРЬЕВОГО КОМПЛЕКСА

*Рассмотрен способ прогнозной оценки степени заболеваемости населения, постоянно проживающего в зоне влияния действующих или проектируемых рудников, горно-обогажительных или горно-металлургических комбинатов, через оценку степени экологической напряженности территорий селитебных комплексов. Способ основан на статистической связи степени заболеваемости и смертности населения со степенью экологической напряженности территорий его проживания. Предлагаемый способ может быть полезен при составлении технико-экономических обоснований постоянных кондиций и проектов освоения месторождений минерального сырья. **Ключевые слова:** горно-обогажительные и горно-металлургические комбинаты, экологическая напряженность, заболеваемость.*

Rosman G.I., Koroleva N.L. (VIMS)

FORWARD-LOOKING ASSESSMENT OF DISEASE OF THE POPULATION OF ENVIRONMENTAL IMPACT OF OBJECTS MINERAL COMPLEX.

The method of forecast evaluation was reviewed by the degree of morbidity, permanently residing in the zone of influence of current or planned mining, dressing and mining-metallurgical complexes, through the assessment of ecological tension areas of residential complexes. The method was based on a statistical relationship degree of morbidity and mortality with the degree of environmental stress areas of residence. The pro-

*posed solution may be useful in the preparation of feasibility studies of permanent conditions and development projects of mineral resources deposits. **Key words:** mining and processing, mining and metallurgical plants, environmental voltage, morbidity.*

Связь заболеваемости населения селитебных зон с загрязнением природных компонентов окружающей среды является неоспоримым фактом. Этой проблеме посвящено много публикаций, в которых исследуется воздействие тех или иных загрязняющих веществ на здоровье населения, в частности, на состояние биосубстратов человека. Ярким примером такого подхода является книга «Медицинская геология: состояние и перспективы» под редакцией И.Ф. Вольсона [7], выпущенная Росгео, в которой объединены труды многих ученых. Однако в этих работах, хотя и приведен существенный фактический материал, который может быть использован для прогноза экологических последствий воздействия опасных производственных объектов (ОПО) на окружающую среду, но как таковая методология прогноза отсутствует. Вместе с тем прогнозная оценка степени смертности и заболеваемости населения, проживающего в ореоле влияния существующих и проектируемых предприятий минерально-сырьевого комплекса, является актуальной социальной и экономической проблемой. По литературным данным существует два подхода к прогнозной оценке заболеваемости населения, проживающего на территории воздействия ОПО.

Один подход опирается на расчет индивидуальных и коллективных рисков заболеваемости и смертности от воздействия факторов загрязнения окружающей среды: облучения, химических канцерогенов и токсикантов. Недостаток такого подхода заключается в том, что в настоящее время научный метод «суммирования различных токсичных воздействий отсутствует» [13].

Другой подход опирается на статистически обоснованную зависимость степени заболеваемости и смертности населения от уровня экологической напряженности территории его проживания.

Цель настоящей статьи заключается в апробации второго подхода для решения практической задачи — количественной прогнозной оценки степени заболеваемости населения, проживающего на территории влияния действующего или проектируемого ОПО минерально-сырьевого комплекса (рудника, горно-обогажительного или горно-металлургического комбината* (ГОК, ГМК)). Положительный результат определит возможность применения методологии при составлении технико-экономических обоснований (ТЭО) постоянных кондиций и проектов освоения месторождений минерального сырья. Следовательно, согласно методологии, определив степень экологической напряженности территории воздействия ОПО минерально-сырьевого комплекса, можно прогнозировать степень заболеваемости населения, проживающего на этой территории. Экологическая напряженность территории определяется сочетанием сле-

* При этом по степени воздействия на здоровье населения и персонала ОПО располагаются обычно в следующий ряд: ГМК > ГОК > рудник.

дующих групп факторов, количественные критерии оценки которых не являются тождественными в трех независимых методологиях [2, 4, 14]:

загрязненность природных сред (воздуха приземной атмосферы, поверхностных и подземных вод, почв) химическими веществами и физическими полями;

нарушенность природного ландшафта вследствие размещения твердых отходов, создания техногенного рельефа, угнетения животного и растительного мира;

изъятие природных ресурсов (водных, почвенных, биологических и пр.).

Две методологии [2, 4] оформлены в виде официальных документов, действующих в настоящее время в Российской Федерации. Они содержат критерии для определения степени экологической напряженности территории, а также количественную информацию о заболеваемости и смертности населения, проживающего на ней. В частности, приводится кратность увеличения различных видов заболеваемости и смертности, а также срок сокращения продолжительности жизни. Третья методология [14] основана на опыте экологической экспертизы территорий при составлении оценки

воздействия на окружающую среду (ОВОС) ОПО. Способ содержит количественные критерии для определения степени экологической напряженности территории. Официальными документами он не закреплен, но вместе с тем согласован с нормативными документами [1]. Сопоставление категорий экологической напряженности территорий по данным трех разных методологий приведено в табл. 1.

Развиваемая в настоящей статье методология использует серии таблиц, представленных в работах [2, 4]. По одной оси таблиц размещены категории экологической напряженности территории, по другой — виды заболеваний, а в клетках их пересечения приведены количественные значения степени заболеваемости по отношению к зоне удовлетворительной (возможно фоновой или контрольной) напряженности. В качестве примера приведен фрагмент такой таблицы (табл. 2). Следовательно, определяя степень (категорию) напряженности территории по критериям перечисленных выше факторов, можно прогнозировать потенциальную заболеваемость и смертность постоянно проживающего на ней населения. Однако переход от оценки

Таблица 1

Сопоставление зон экологической напряженности по данным разных методических и литературных источников

Источник	Зона экологической напряженности				
	Удовлетворительная	Относительно напряженная	Существенно напряженная	Критическая	Катастрофическая
[2]	Удовлетворительная	Относительно напряженная	Существенно напряженная	Критическая	Катастрофическая
[4]	Относительно удовлетворительная ситуация	—	—	Чрезвычайная экологическая ситуация	Экологическое бедствие
[14]	Экологическая норма (Н)	Экологический риск (Р)		Экологический кризис (К)	Экологическое бедствие — катастрофа (Б)

Таблица 2

Медико-демографические показатели состояния здоровья населения на территориях разной экологической напряженности. Извлечение из [2, 4]

Показатель состояния здоровья	Медико-экологическая ситуация (территории разной экологической напряженности)				
	Удовлетворительная	Относительно напряженная	Существенно напряженная	Критическая (чрезвычайная)	Катастрофическая (бедствия)
Кратность увеличения общей смертности	—	до 1,2	1,3–1,5	1,6–2,5	> 2,5
Кратность увеличения перинатальной смертности	—	—	—	1,3–1,5	> 1,5
Кратность увеличения младенческой смертности (в возрасте до 1 года)	—	—	—	1,3–1,5	> 1,5
Потеря лет жизни: — мужчины — женщины	— —	— —	1,2–2,0 1,5–2,0	2,0–3,4 1,8–3,6	2,3–4,0 1,9–3,5
Заболеваемость (кратность роста)	—	—	2,1–2,5	2,5–3,5	> 3,5
Онкологическая заболеваемость и смертность	—	—	—	1,5–2,0	> 2,0

степени экологической напряженности территории к оценке заболеваемости, проживающего на ней населения, возможен лишь на основе установления *закономерных* связей между этими фактами. Связь степени экологической напряженности территории (и также степени заболеваемости проживающего на ней населения) с загрязнением природных сред химическими неканцерогенами и канцерогенами, радиоактивностью и радионуклидами установлена. Она носит прямой характер. При этом преобладающее значение имеет загрязнение воздуха приземной атмосферы [10].

Вместе с тем опыт свидетельствует о том, что экологическая напряженность территорий влияния действующих рудников, ГОКов и ГМК прямо связана не только с загрязнением окружающей среды, но также и с нарушением природного ландшафта и изъятием природных ресурсов. Отсюда следует, что и эти две группы факторов можно использовать при установлении степени экологической напряженности территории, подвергающейся воздействию ОПО минерально-сырьевого комплекса.

Единый показатель оценки экологической напряженности территории отсутствует. Целесообразно выполнять оценку с использованием минимального комплекса признаков. Вместе с тем оценку можно давать и по отдельным наиболее значимым признакам: степени загрязнения отдельных сред (например, приземной атмосферы, поверхностных и подземных вод, донных отложений или почв), степени нарушения природного ландшафта и др. Кроме этого, степень экологической напряженности территории и заболеваемости населения, проживающего на ней, можно измерять также и по отношению к территории, принятой в качестве фоновой (контрольной).

Рассмотрим в качестве примеров применения данной методологии те оценки, что выполнены нами для Губкинско-Старооскольского горно-промышленного района, территорий Качканарского ГОКа, ОАО «Североникель», Ярославского ГОКа, Тырныаузского ГОКа и поселка обогатительной фабрики месторождения Квартальное.

1. Губкинско-Старооскольский горно-промышленный район Курской магнитной аномалии (КМА) имеет площадь — 50 тыс. га. Исходные данные взяты из работы [8]. Экологическому воздействию подвержены два города: г. Губкин (~ 50 % территории находится в санитарно-защитной зоне карьера Лебединский) и г. Старый Оскол (р. Оскол катастрофически загрязнена медью) (рис. 1).

1) *Оценка по загрязнению воздуха* приземной атмосферы (в долях ПДК): NO_2 — 1,5-местами до 2,0; пыль — 2,0-10,0; SO_2 — 1,5; формальдегид — 3,3; CO — 2,0.

КИЗА* по минимальным значениям — 10,3, по максимальным значениям — 20,5.

Оценка: зона экологического кризиса.

2) *Оценка по загрязнению поверхностных вод* (в долях ПДК): нефтепродукты, отравляющие вещества, фосфаты, SO_4 , азот (аммонийный, нитратный, нитритный) — до 4,5; $Fe_{общ}$ — 3,5; Mn , Cu — 2-7.

По критерию ПХЗ-10** для совокупности веществ 2-3 классов опасности — 30.

* КИЗА — комплексный показатель (индекс) загрязнения атмосферы. Наиболее широко используемый критерий оценки качества атмосферного воздуха, главным образом — для городов. В основе его лежит соотношение содержаний загрязняющих веществ с их ПДК и приведение к вредности диоксида серы [14]. Во многих методических документах обозначается просто ИЗА.

** ПХЗ-10 — показатель химического загрязнения, рассчитывается в соответствии с приложением 2 работы [4].

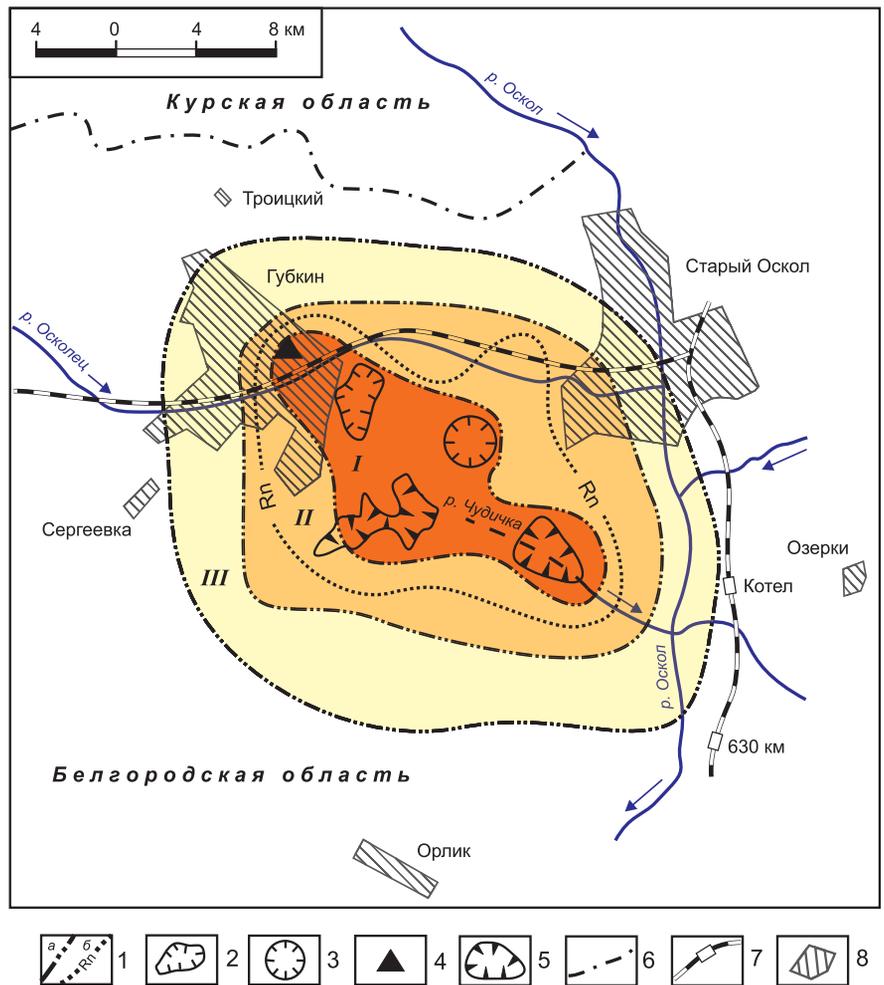


Рис. 1. Схема техногенного загрязнения почв Губкинско-Оскольского района КМА пылью и тяжелыми металлами [8]: 1 — границы: а — техногенного загрязнения центральной (I), периферийной (II) и удаленной (III) зон, б — загрязнения в изоконцентрате радона в почвенном воздухе 50 Бк/л; 2-3 — карьеры ГОКов: 2 — Лебединского, 3 — Стойленского; 4 — шахта им. И.И. Губкина; 5 — хвостохранилище Лебединского и Стойленского ГОКов; 6 — административная граница области; 7 — железные дороги, железнодорожные станции; 8 — населенные пункты

Оценка: относительно напряженная — существенно напряженная (по [2]).

3) *Оценка по загрязнению почв.* В горном отводе показатель Z_c^{***} превышает 32. На всей территории горно-рудного района Z_c равно 32, но имеются участки, на которых $Z_c > 35$ и $Z_c = 64-100$.

Оценка: существенно напряженная критическая (по [2]), либо чрезвычайная экологическая ситуация (по [4]).

4) *Оценка по степени перекрытости почвенного горизонта* отвалами и прочими техногенными образованиями — на уровне 34 % (не считая полного снятия почв на площадке карьеров — 17 км²).

Оценка: чрезвычайная экологическая ситуация (по [4]).

5) *Оценка по деградации природного ландшафта* — на уровне 40-50 %.

Оценка: чрезвычайная экологическая ситуация (по [4]), существенно напряженная (по [2]).

*** Z_c — суммарный показатель химического загрязнения почв [9, 12].

б) *Оценка по эффективной дозе облучения*, исходя из энергетического равенства $100 \text{ мкР/ч} \approx 1 \text{ мкЗв/ч} \approx 4 \text{ мЗв/год}$.

Оценка: по-видимому, чрезвычайная экологическая ситуация (по [4], начиная с 5 мЗв/год), существенно напряженная (по [2]).

Таким образом, по совокупности оценок территория Губкинско-Старооскольского рудного района находится на границе зон критической и существенной экологической напряженности. Поскольку загрязнение атмосферного воздуха имеет преобладающее значение для здоровья населения, то можно предположить, что г. Губкин находится, скорее всего, в зоне критической экологической напряженности.

II. Территория Качканарского ГОКа (КГОК) с прилегающим к ней г. Качканар. Площадь КГОКа

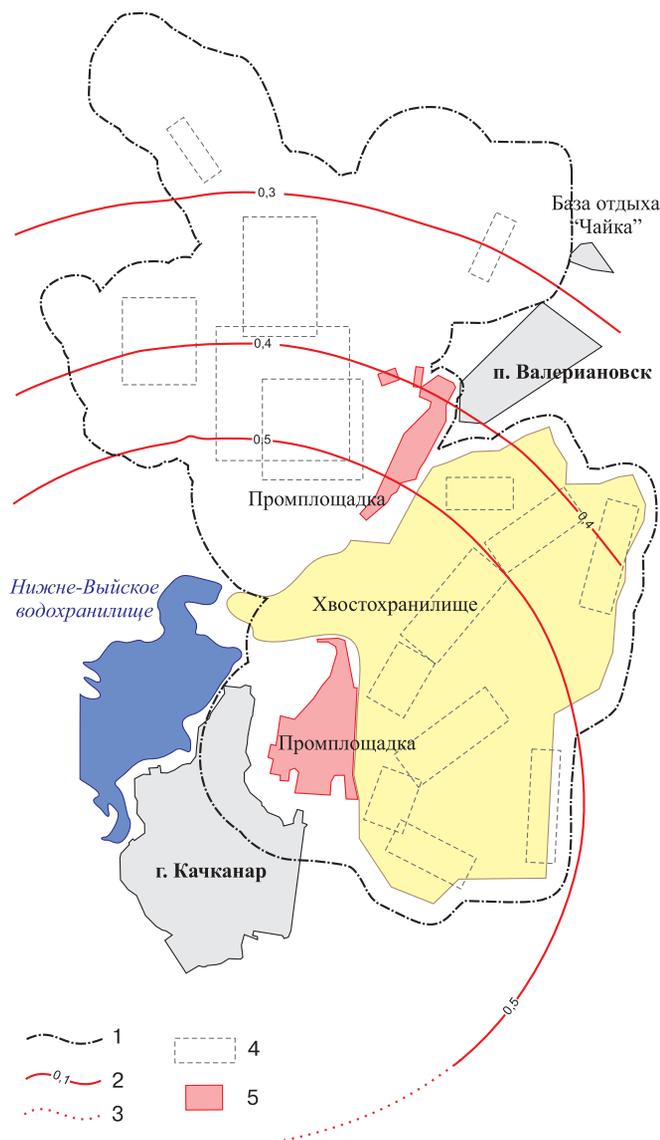


Рис. 2. Расчетный ореол рассеяния диоксида углерода на Качканарском ГОКе: 1 — нормативная СЗЗ; 2 — расчетный ореол концентрации оксида углерода в атмосфере, доли ПДК; 3 — предполагаемое продолжение расчетного ореола рассеяния оксида углерода в концентрации 0,5 ПДК; 4 — условные площадки карьеров, отвалов и поверхностей пеления хвостохранилища; 5 — основные промплощадки комбината

составляет ~ 6198 га. Территория муниципального образования г. Качканар (включая территорию КГОКа) составляет 31839 га; причем из них 15226 га относятся к землям лесного фонда, не подверженным существенному воздействию. Город Качканар частично находится в санитарно-защитной зоне КГОКа (рис. 2).

1) *Оценка по загрязнению воздуха* приземной атмосферы, загрязненного взвешенными веществами, NO_2 , SO_2 , CO , формальдегидом.

КИЗА = 9,5.

Оценка: существенно напряженная зона, на границе с критической (по [2]).

2) *Оценка по загрязнению поверхностных вод.* Загрязненность вод, отмечаемая по биотестам, в 2,0-2,5 раза выше фоновых значений.

Оценка: зона риска (по [14]).

3) *Оценка по загрязнению поверхностных вод.* Содержания нитрат-иона, меди, железа, ванадия (элементов 2-3 класса опасности) достигают 4 ПДК рыбохозяйственных водоемов.

Оценка: зона риска (ниже критической, но выше относительно удовлетворительной) (по [14]).

4) *Оценка по степени нарушенности территории.* Нарушено около 50 % площади КГОКа.

Оценка в зоне влияния КГОКа: зона риска на грани с критической (по [14]).

5) *Оценка по загрязнению почв.* Показатель $Z_c \approx 8,3$ при несколько повышенной встречаемости ванадия и свинца, а в черте города и бенз(а)пирена в концентрациях, превышающих 1 ПДК.

Оценка: зона относительной экологической напряженности на грани с удовлетворительной (по [2]).

Таким образом, территорию КГОКа в целом, учитывая преобладающее влияние загрязненности воздуха приземной атмосферы на здоровье населения, следует отнести к зоне существенной экологической напряженности.

III. Территория ОАО «Североникель» (Мурманская обл.) наряду с другими предприятиями входит в состав «Кольской горно-металлургической компании». Исходные данные взяты из работ [3, 8].

1) *Оценка по загрязнению воздуха* приземной атмосферы. Интенсивное загрязнение выбросами SO_2 . Выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух, осуществляемые «Кольской горно-металлургической компанией», составляют ~ 56 % всех выбросов Мурманской области, причем больше половины из них (т.е. не менее 30 % выбросов области) связаны с предприятием ОАО «Североникель», перерабатывающим сульфидные руды Норильского комбината. В выбросах ОАО «Североникель» доля SO_2 достигает 75,8 %.

ИЗА* = 6 (взвешенные вещества, SO_2 , CO , формальдегид, бенз(а)пирен).

Оценка: зона относительной напряженности, а по доле выбросов в Мурманской области превышает су-

* ИЗА — индекс загрязнения атмосферы. В общем случае — это комплексный критерий оценки качества атмосферного воздуха. В рассматриваемом примере — аналог КИЗА (см. выше), отличающийся от него приданием меньшего веса диоксиду серы [9].

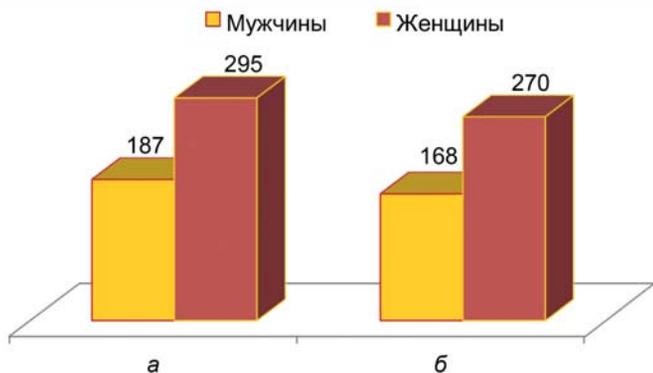


Рис. 3. Стандартизированные показатели заболеваемости злокачественными образованиями (на 100 тыс. населения) в 1999 г. в районе техногенного воздействия ОАО «Североникель» (а) и в среднем по России (б) [8]

щественно напряженную ситуацию и относится к зоне критической или катастрофической напряженности (по [2]).

2) *Оценка по загрязненности поверхностных и питьевых вод.* Реки в зоне влияния комбината характеризуются высокой концентрацией меди и никеля. Мончезеро, являющееся источником питьевой воды, характеризуется содержанием меди на уровне 12 ПДК, никеля — более 1 ПДК.

Оценка: катастрофическая (по [2]).

3) *Оценка по ущербу флоре.* Показатели поврежденности лесов: погибших — 8924 га, поврежденных в сильной степени — 2834 га, в средней степени — 5796 га, слабой — 29828 га.

Оценка: зона чрезвычайной экологической ситуации (по [2]), переходная к катастрофической (по [4]).

4) *Оценка по заболеваемости населения.* Повышенная заболеваемость болезнями верхних дыхательных путей у детей — в 1,5 раза выше среднего по стране. Повышенная онкозаболеваемость (рис. 3).

Оценка: зона существенной напряженности на грани с критической (по [2]) или зона чрезвычайной экологической ситуации (по [4]).

Таким образом, по загрязнению воздуха главным образом за счет выбросов

SO_2 , выразившемся в серьезном ущербе и гибели лесов на большой площади, загрязнении вод, в том числе питьевых, полагаем, что территорию ОАО «Североникель» следует отнести к зоне критической экологической ситуации, возможно на грани с катастрофической.

IV. Территория **Ярославского ГОКа** (Приморский край), отрабатывающего месторождения бериллиевых руд Пограничное и Вознесенское, включает карьеры, которые размещены на окраине с. Вознесенка и обогатительную фабрику, расположенную в пос. Ярославский (рис. 4). Исходные данные взяты из работ [5, 11].

1) *Оценка по загрязненности воздуха* приземной атмосферы. Характерно загрязнение бериллием, фтором, мышьяком, которые являются веществами 1 и 2 класса опасности. Замеров загрязненности воздуха в пос. Ярославский статистически мало (6 проб), при этом показатели по бериллию существенно расходятся — от 0,2 до 113 ПДК; медианное значение концентрации бериллия — 4,5 ПДК.

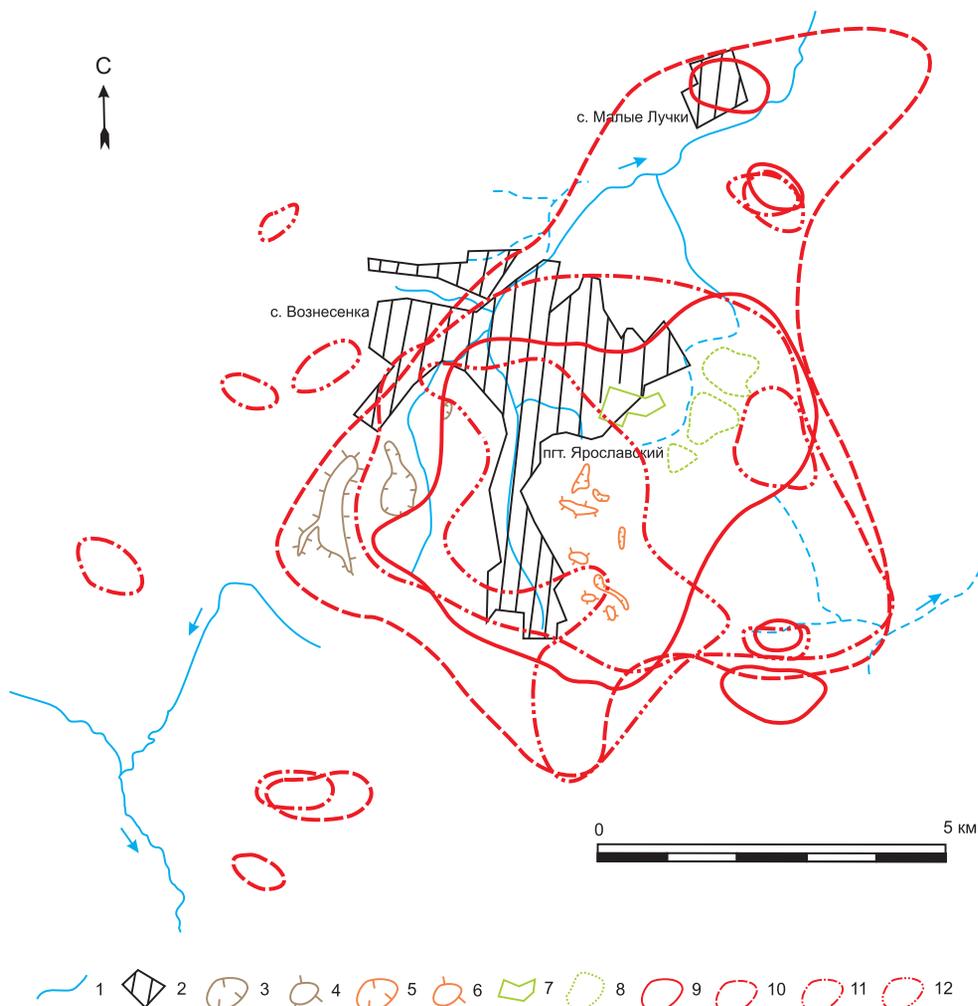


Рис. 4. Техногенные ореолы рассеяния *Be, F, As, Sn* в почвах Ярославского ГОКа. По данным [11]: 1 — реки; 2 — селитебные зоны; 3 — карьеры редкометалльно-флюоритовых руд; 4 — отвалы карьеров редкометалльно-флюоритовых руд; 5 — карьеры оловянных руд; 6 — отвалы карьеров оловянных руд; 7 — рудообогатительная фабрика; 8 — хвостохранилище рудообогатительной фабрики; 9 — граница ореола рассеяния *Be* в почвах (8 мг/кг; 2Сф; ~ 8 ПДК по проекту ГН 2.1.7...-13 в пересчете на *Be*); 10 — граница ореола рассеяния *F* в почвах (940 мг/кг; 2Сф); 11 — граница ореола рассеяния *As* в почвах (2,9 мг/кг; 2Сф); 12 — граница ореола рассеяния *Sn* в почвах (~ 10 мг/кг; => 2Сф); Сф — фоновое содержание. Вероятность попадания фоновых значений в контуры ореолов составляет менее 0,01

КИЗА для медианного значения по бериллию = 12. Оценка: зона экологического кризиса (по [14]).

2) *Оценка по загрязненности поверхностных вод и донных отложений.* По данным 6 проб в водах рек Волкуша и Плавиковая в повышенных содержаниях присутствуют бериллий (от 5 до 22 ПДК хозяйственно-питьевых вод), а также мышьяк, свинец и другие элементы, характерные для руд месторождения. Максимальные концентрации характерны для вод центральной части территории комбината, что соответствует зоне чрезвычайной экологической ситуации (по [4]).

Оценка: в центральной части наблюдается зона критической напряженности (по [2]).

3) *Оценка по загрязненности почв.* Почвы загрязнены бериллием, фтором, мышьяком, оловом, размеры ореолов рассеяния которых на границе двух фонов достигают 5–10 км, а также свинцом и цинком. Внутри ореолов концентрации достигают: фтор — 9,7 раз выше фона; бериллий — 10,3; мышьяк — 7,9; свинец — 6,0; цинк — 12.

Показатель $Z_c = 42$, что соответствует зоне критической напряженности (по [2]) или чрезвычайной экологической ситуации (по [4]).

Оценка: критическая зона экологической напряженности (по [2]).

Таким образом, территория вокруг Ярославского ГОКа, включающая пос. Ярославский и с. Вознесенка, особенно центральная часть, по-видимому, относится к зоне критической экологической напряженности.

V. Оценка территории в районе **Тырныаузского ГОКа** (Кабардино-Балкарская Республика). Исходные данные взяты из работы [7]. Оценка влияния комбината на окружающую среду проводилась в долине р. Баксан от г. Тырныауз до пос. Былым на протяжении 14 км (рис. 5). Источниками воздействия являются карьер и его отвалы, расположенные гипсометрически выше над городом (на первые сотни метров), за счет чего снос и сток

загрязняющих веществ происходит в сторону города и долины, а также обогатительная фабрика, расположенная в черте города. Кроме того, «пылят» хвостохранилища, которые находятся в аварийном состоянии. С 1994 г. объем производства на комбинате резко сократился, а с 2000 г. работа комбината прекращена. Исследования проводились после остановки производства, в связи с чем данные о выбросах ГОКа отсутствуют.

1) *Оценка по загрязненности почв.* Исследование почвенного покрова, опробованного в серии поперечных профилей вдоль долины р. Баксан показало, что среднее содержание As составило 20 ПДК почв, Zn — 7 ПДК, Cu — 2 ПДК. Данные по остальным компонентам не приведены из-за отсутствия их ПДК для почв. Исходя из того, что ПДК компонентов, как правило, выше уровня природного фона, а среди токсикантов в почвах отмечены аномально повышенные содержания W , Mo , Bi , Cd и других элементов, можно предположить, что величина Z_c почв существенно превышает 29 ($20ПДК_{As} + 7ПДК_{Zn} + 2ПДК_{Cu}$).

Оценка: зона критической экологической напряженности (по [2]) или чрезвычайной экологической ситуации (по [4]).

2) *Оценка по загрязненности почв.* Относительная доля площади почв, содержащих элементы 1-2 классов опасности в концентрациях, существенно превышающих ПДК, составляет порядка 30 % обследованной территории.

Оценка: зона критической экологической напряженности (по [2]) или чрезвычайной экологической ситуации (по [4]).

3) *Оценка по загрязненности питьевых вод химическими веществами.* В питьевых водах обнаружены бор и молибден в количестве 51,2 ПДК и 6,4 референтной дозы соответственно.

Оценка: территория относится к зоне чрезвычайной экологической ситуации на грани с зоной экологиче-

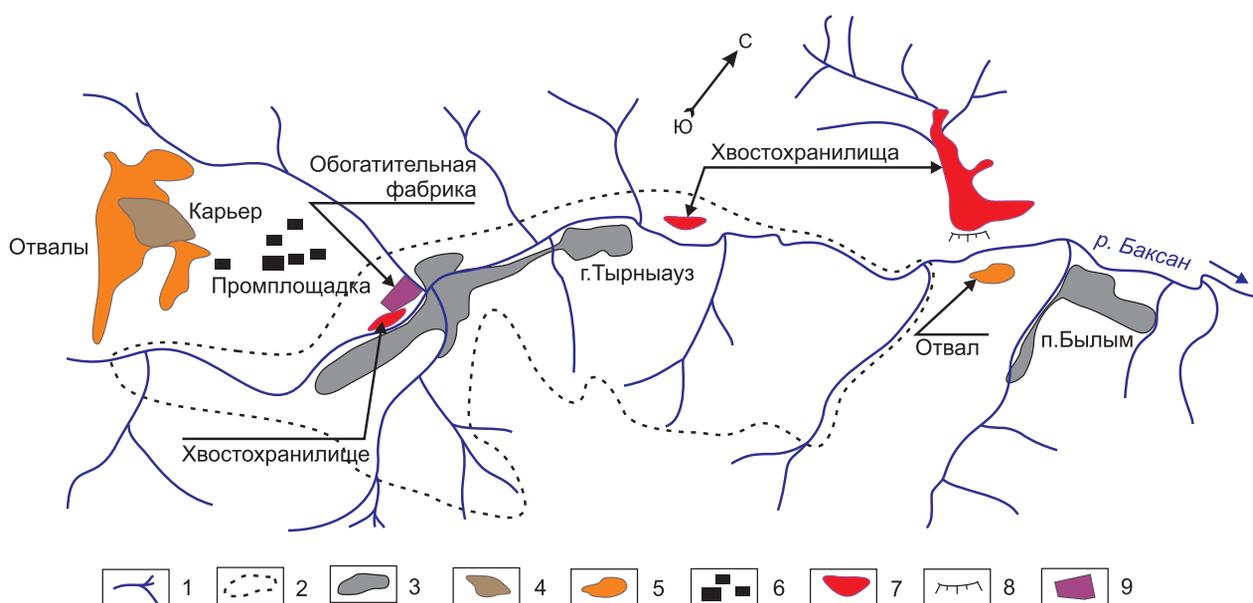


Рис. 5. Схема расположения основных объектов Тырныаузского ГОКа. По данным [8]: 1 — реки, ручьи; 2 — административные границы г. Тырныауз; 3 — зоны жилой застройки; 4 — карьер; 5 — отвалы; 6 — объекты промплощадки; 7 — хвостохранилища; 8 — дамба хвостохранилища; 9 — обогатительная фабрика

Таблица 3

Сопоставление прогнозных и реальных оценок заболеваемости населения на экологически напряженных территориях близ горнорудных предприятий

Предприятие	Степень экологической напряженности территории	Показатель заболеваемости (в числителе — прогнозируемые, в знаменателе — реальные значения)					
		Кратность увеличения общей смертности	Кратность увеличения перинатальной и неонатальной смертности	Потеря лет жизни, лет		Заболеваемость (кратность роста)	Кратность онкологической заболеваемости и смертности
				мужчины	женщины		
Губкинский-Старооскольский горнорудный район	Критическая	1,6–2,5 ----- —	1,3–1,5 ----- —	2,0–3,4 ----- —	1,8–3,6 ----- —	2,5–3,5 ----- —	1,5–2,0 ----- —
Качканарский ГОК	Существенной напряженности	1,3–1,5 ----- 1,2	≤ 1,3 ----- —	1,2–2,0 ----- —	1,5–2,0 ----- —	2,1–2,5 ----- 1,7 (в т.ч. 45 % болезнями дыхательных путей)	< 1,5–2,0 ----- повышена по сравн. с контрольными объектами
ОАО «Североникель»	Критическая на грани с катастрофической	от 1,6–2,5 до ≥ 2,5 ----- —	от 1,3–1,5 до ≥ 1,5 ----- —	от 2,0–3,4 до 2,3–4,0 ----- 3,0	от 1,8–3,6 до 1,9–3,5 ----- 2,1	от 2,5–3,5 до ≥ 3,5 ----- ≥ 1,5 по сравн. со средним по стране; г.о. болезнями дыхательных путей	от 1,5–2,0 до ≥ 2,0 ----- 1,1 по сравн. со средним по стране
Ярославский ГОК	Критическая	1,6–2,5 ----- —	1,3–1,5 ----- —	2,0–3,4 ----- —	1,8–3,6 ----- —	2,5–3,5 ----- —	1,5–2,0 ----- —
Тырныауский ГОК	Критическая на грани с катастрофической	от 1,6–2,5 до ≥ 2,5 ----- —	от 1,3–1,5 до ≥ 1,5 ----- 3,3–3,5	от 2,0–3,4 до 2,3–4,0 ----- —	от 1,8–3,6 до 1,9–3,5 ----- —	от 2,5–3,5 до ≥ 3,5 ----- —	от 1,5–2,0 до ≥ 2,0 ----- —
Квартальное месторождение	Относительно напряженная	до 1,2 ----- —	— ----- —	— ----- —	— ----- —	— ----- —	— ----- —

ского бедствия (по [4]) или к зоне критической экологической напряженности на грани с катастрофической (по [2]).

Зафиксированы следующие показатели состояния здоровья населения в г. Тырныауз: с 1997 по 1999 гг. перинатальная смертность увеличилась с 3,5 до 20,1 %, т.е. в 3,5 раза, а ранняя неонатальная смертность возросла с 3,5 до 11,5 %, т.е. в 3,3 раза. Такие показатели соответствуют зоне критической экологической напряженности (по [2]). Сопоставление с зоной относительно удовлетворительной экологической напряженности, по которой данные отсутствуют, покажет более высокую кратность заболеваемости, чем 3,3–3,5, что будет соответствовать зоне катастрофической экологической напряженности (по [2]). Таким образом, по совокупности данных о загрязнении почв и питьевых вод селитебный комплекс Тырныауза находится на грани перехода от зоны критической экологической напряженности к катастрофической. Данные о перинатальной и неонатальной смертности свидетельствуют о несколько большей экологической напряженности рассматриваемой территории.

VI. Оценка территории поселка в районе рудообогатительной фабрики, перерабатывавшей бериллиевые руды месторождения **Квартальное** (Свердловская обл.). Исходные данные взяты из работ [6, 11].

1) Оценка по содержанию токсических веществ в биосубстратах человека. Содержание бериллия в моче населения, проживающего в 2–3 км от фабрики, относи-

тельно показателей контрольной группы выше примерно в 5,8 раз, что соответствует критической медико-экологической ситуации (по [2]).

Оценка: зона критической экологической напряженности (по [2]).

2) Оценка по содержанию токсических веществ в биосубстратах человека. Показатель крови (РСАЛ) у жителей упомянутого поселка выше в 1,2 раза по сравнению с контрольной группой населения, что соответствует относительно напряженной медико-экологической ситуации на грани с удовлетворительной (по [2]).

Оценка: зона относительно напряженной экологической ситуации (по [2]).

Поскольку данные анализа крови представляются нам более надежным показателем по сравнению с мочой, можно сделать заключение, что население поселка рудообогатительной бериллиевой фабрики проживает в зоне относительно напряженной экологической ситуации.

В табл. 3 для рассмотренных горнорудных предприятий приведено сопоставление категории экологической напряженности территории с прогнозируемыми заболеваемостью и смертностью населения, проживающего на ней, а также с реальными оценками здоровья населения. Из этой таблицы следует, что прогнозные оценки заболеваемости, полученные с применением рассматриваемого подхода, принципиально не противоречат эпидемиологическим данным, несколько отличаясь от них количественно.

Выводы

1. Существует прямая зависимость между степенью экологической напряженности территорий, подверженных экологическому воздействию рудников, ГОКов и ГМК, — с одной стороны, и заболеваемостью и смертностью населения селитебных комплексов, размещенных на этих территориях, — с другой.

2. Экологическая напряженность территории определяется изменением различных факторов окружающей природной среды: степенью загрязнения природных сред (воздуха приземной атмосферы, поверхностных и подземных вод, почв, флоры), степенью нарушения природного ландшафта (рельефа земной поверхности, биоты), степенью изъятия природных и хозяйственных ресурсов (водных, земельных и др.). Степень (категория) экологической напряженности оценивается с применением количественных критериев.

Количественные значения критериев выражены либо в процентах от фактора, либо в абсолютных значениях. Однако в случае зависимости величины критерия от условий его наблюдения следует выражать величину критерия в долях его значения, характерного для зоны фоновой (контрольной) экологической напряженности.

3. Количественные критерии степени экологической напряженности территорий и заболеваемости населения в зонах разной экологической напряженности характеризуются интервальными оценками, которые частично перекрываются в смежных зонах.

Интервальность оценок экологической напряженности территорий с применением предлагаемых критериев, основанных на статистических данных, определяется разнообразием природных условий, промышленных типов месторождений, вещественного состава руд, технологий добычи, обогащения, металлургического передела, производительности предприятий, архитектурных решений по размещению селитебных комплексов относительно источников воздействия.

Интервальность оценок заболеваемости и смертности населения, проживающего в зонах разной экологической напряженности, в свою очередь, определяется разнообразием исходных характеристик здоровья, особенностями социальных и экономических условий проживания. Тем не менее, по совокупности критериев (при ведущем значении тех, что характеризуют загрязнение воздуха приземной атмосферы) прогнозные оценки повышения заболеваемости и смертности населения, проживающего на территориях, подвергающихся воздействию ГОКов и ГМК, могут быть даны количественно в интервальных значениях.

4. На действующих объектах оперативные оценки категоричности зоны экологической напряженности могут быть получены по биотестам наиболее уязвимых групп населения.

5. Сопоставление значений расчетной и фактической заболеваемости (смертности) на территориях действующих ГОКов и ГМК показывает сходимость трендов.

6. Достоинства методологии заключаются в следующем:

она позволяет выполнять количественную прогнозную оценку степени заболеваемости населения в зонах экологического влияния объектов минерально-сырьевого комплекса. При этом эпидемиологическая статистика учитывает последствия воздействия на здоровье населения всей совокупности техногенных факторов ОПО без выявления внутренних закономерностей воздействия на здоровье отдельных из них;

ожидаемая степень экологической напряженности на территориях будущего ОПО может быть определена на основе анализа принятых технологических решений и результатов прогнозных модельных расчетов ореолов воздействия, что снижает необходимость в дополнительных финансовых вложениях.

7. Существует ряд проблем в применении данного способа прогнозирования:

указанные в таблицах кратности роста заболеваемости и смертности не учитывают различную уязвимость разных групп населения к воздействию;

границы зоны воздействия ОПО, на которой целесообразно применение данного подхода не определены. Для ГОКов эта площадь может составлять многие десятки квадратных километров. По-видимому, на стадии ТЭО кондиций границу оцениваемой территории целесообразно определять по модели рассеяния выбросов наиболее подвижного агента риска в изоконцентрате 0,05 ПДК и выше (т.н. область влияния ОПО). С другой стороны площадь оценки можно ограничить контуром зоны натурального наблюдения;

не определены источники информации, необходимой для оценки по критериям напряженности. Вероятно, на предпроектных и проектных стадиях информация может быть почерпнута из результатов геологоразведочных и геолого-изыскательских работ, аэрогаммасъемки, инженерно-экологических изысканий (литохимических (почвенных) и гидрохимических обследований, геохимической съемки донных отложений, снеговой геохимической съемки, ландшафтной съемки), санитарно-эпидемиологических исследований, из фонда многолетних гидрометеорологических наблюдений, а также из модельных расчетов, основанных на принятых технических решениях; оценки могут быть основаны на аналогах. Для действующих объектов информация может быть получена из данных статистической отчетности по формам 2тп-воздух, 2тп-вода и 2тп-отходы, из данных объектного мониторинга, журналов постов наблюдений, других материалов экологической службы ОПО;

не учитывается разнообразие применяемых технологий и природных условий. Предполагаем, что в отношении добычного комплекса рассматриваемая методология более всего подходит для горных в основном открытых работ;

не учитывается экологическое совершенствование во времени производственных технологий и способов защиты окружающей среды от воздействия ОПО;

имеется некоторая неоднозначность, которая связана с интервальностью количественных оценок и возникает при переходе значений в смежные зоны экологической напряженности.

8. Опыт применения данной методологии на конкретных примерах свидетельствует о следующем:

полученные прогнозные оценки заболеваемости населения принципиально (в пределах разумного) не расходятся с эпидемиологическими данными;

имеются резервы совершенствования методологии.

Данная методология опирается на обобщенный опыт работ конца прошлого века. Она нуждается в совершенствовании на основе регулярного сбора и обобщения эпидемиологических данных (в частности на территориях воздействия ОПО минерально-сырьевого комплекса) и проработки критериев для определения степени экологической напряженности территорий.

Несмотря на недостатки, рассматриваемый подход и в существующем виде возможно применять при разработке ТЭО кондиций месторождений минерального сырья и получать заслуживающие внимания результаты.

ЛИТЕРАТУРА

1. Касьяненко, А.А. Современные методы оценки рисков в экологии: Учеб. пособие. / А.А. Касьяненко. — М.: Изд-во РУДН, 2008. — 271 с.
2. Комплексная гигиеническая оценка степени напряженности медико-экологической ситуации различных территорий, обусловленной загрязнением токсикантами среды обитания населения. Методические рекомендации (утв. Главным государственным санитарным врачом РФ 30.07.1997 № 2510/5716-97-32).
3. Конкина, М.Н. Экспертиза воздействия комбината «Североникель» на окружающую среду Кольского Заполярья. Московский государственный университет путей сообщения (МГУПС) / М.Н. Конкина. — М., 2013. 29 с. URL: <<http://knowledge.allbest.ru/ecology/c-3c0a65625a2bd78a4d53b88521306d36.html>>. (11.04.2016 г.).
4. Критерии оценки экологической обстановки территорий для выявления зон чрезвычайной экологической ситуации и зон экологического бедствия (Утв. Министерством природных ресурсов Российской Федерации 30 ноября 1992 г.). — М.: Минэкологии, 1992.

5. Куприянова, И.И. Геохимические аспекты техногенного загрязнения почвы и воды при эксплуатации редкометалло-флюоритовых месторождений / И.И. Куприянова, Г.Ю. Румянцев, Е.П. Шпанов, Б.Н. Маринов // Разведка и охрана недр. — 1995. — № 7. — С. 22–25.

6. Медико-экологические аспекты защиты производственной и окружающей среды при получении и обработке бериллия и изделий из него / А.Б. Крупкин, Г.Ф. Ковыгин, Н.З. Битколов и др. — СПб., 2011. — 456 с.

7. Менчинская, О.В. Состояние среды обитания и здоровья населения в районе действия Тырнаузского вольфрам-молибденового комбината / Медицинская геология: состояние и перспективы / Отв. ред. И.Ф. Вольфсон / О.В. Менчинская, Т.Д. Зангиева, М.З. Кайтуков и др. — М.: Росгео, 2010. — С. 182–196.

8. Недра России / Под ред. Н.В. Межеловского, А.А. Смыслова. Т. 2. Экология геологической среды. — СПб., М., 2002. — 658 с.

9. Опекунов, А.Ю. Экологическое нормирование / А.Ю. Опекунов. — СПб.: Всеросс. НИИ геологии и минеральных ресурсов океана, 2001. — 216 с.

10. Ревич, Б.А. Экономические последствия воздействия загрязненной окружающей среды на здоровье населения. Пособие по региональной экологической политике / Б.А. Ревич, В.Н. Сидоренко. — М.: Акрополь, Центр экологической политики России, 2007. — 56 с.

11. Россман, Г.И. Экологические последствия освоения месторождений бериллиевого минерального сырья / Г.И. Россман, Н.Л. Королева // Минеральное сырье. Серия методическая. — М.: ВИМС, 2015. — № 14. — 35 с.

12. Сает, Ю.Е. Геохимия окружающей среды / Ю.Е. Сает, Б.А. Ревич, Е.П. Янин и др. — М.: Недра, 1990. — 335 с.

13. Справочный документ по наилучшим доступным технологиям «Экономические аспекты и вопросы воздействия на различные компоненты окружающей среды», 2006. — 223 с. (Неофициальный перевод документа на русский язык осуществлен Проектом Гармонизация экологических стандартов ГЭС II, Россия). URL: <<http://www.mnr.gov.ru/activities/detail.php?ID=134002>>. (11.04.2016 г.).

14. Управление природоохранной деятельностью в Российской Федерации: Учеб. пособие / Под ред. Ю.Б. Осипова и Е.М. Львовой. — М.: Лит. агентство «Варяг», 1996. — 268 с.

© Россман Г.И., Королева Н.Л., 2016

Россман Генрих Ильич // vims@df.ru
Королева Нина Леонидовна // nk.vims@yandex.ru

ХРОНИКА

К 100-ЛЕТИЮ АЛЕКСАНДРА ИЛЬИЧА ПЕРЕЛЬМАНА (18.05.1916–7.03.1998)

18 мая 2016 г. исполнилось 100 лет со дня рождения выдающегося ученого-геохимика, доктора геолого-минералогических наук (1954), профессора (1967), академика РАЕН (1991) — Александра Ильича Перельмана.

Еще в годы учебы в МГУ (1933–1938) А.И. Перельман проявил интерес к сложнейшим пограничным вопросам между химией, географией и геологией. Изучение трудов В.И. Вернадского, А.Е. Ферсмана, Б.Б. Полюнова привлекло его внимание к геохимии — науке, которой Александр Ильич посвятил свою жизнь. Окончив аспирантуру, он успешно защищает диссертацию на соискание ученой степени кандидата наук (1941).

Во время Великой Отечественной войны А.И. Перельман направлен в трест «Спецгео», занимавшийся военно-географическим обеспечением Красной Армии. За свою работу он награжден Орденом Отечест-

венной войны 2-й степени и медалью «За доблестный труд в Великой Отечественной войне».

После Победы А.И. Перельман трудится в Академии наук СССР, сначала в Геологическом институте, а затем многие годы в Институте геологии рудных месторождений, минералогии, петрографии и геохимии (ИГЕМ).

Александр Ильич целенаправленно изучал образование месторождений урана, его геохимию в зоне гипергенеза. В 1954 г. он успешно защитил докторскую диссертацию «Аккумуляция урана в ископаемых и реликтовых почвах Восточной Туркмении и Западного Узбекистана». Являясь крупнейшим специалистом в области геохимии урана, гипергенных эпигенетических процессов и теории экзогенного рудообразования А.И. Перельман разработал учение о геохимических