

Uork K. Air pollution. Sources and control / Uork K., Uorner S. – М.: Mir, 1980. – 539 p.

7. *Беляев Н.Н.* Методы экспресс расчета уровня загрязнения атмосферы / Беляев Н.Н., Кореньюк Е.Д., Хрущ В.К. – Днепропетровск: Наука и образование, 2002. – 192 с.

Belyaev N.N. Express method of atmosphere pollution rate estimation / Belyaev N.N., Korenyuk E.D., Khrushch V.K. – Dnepropetrovsk: Nauka i obrazovanie, 2002. – 192 p.

8. *Рудаков Д.В.* Математичні моделі в охороні навколишнього середовища: [Навчальний посібник] / Рудаков Д.В. – Д.: Вид-во Дніпропетровського університету, 2004. – 160 с.

Rudakov D.V. Mathematical models in environmental protection: [Tutorial] / Rudakov D.V. – D.: Vyd-vo Dnepropetrovskoho universytetu, 2004. – 160 p.

9. *Оцінка ризику для здоров'я населення від забруднення атмосферного повітря: [Методичні рекомендації]* / МОЗ України (Затверджено за наказом МОЗ України від 13.04.2007р. №184).– Офіц. вид.– 2007. – 28 с.– (Нормативний документ МОЗ України).

Human health risk from air pollution assessment: [Operating instructions] / MOZ of Ukraine (approved by MOZ of Ukraine on April 13, 2007 No.184).– Official issue.– 2007. – 28 p.– (normative document MOZ of Ukraine).

10. *Матеріали з впровадження нового механізму регулювання викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря* / [За ред. С. С. Куруленка] – К.: ДЕІ Мінприроди України, 2007.– 216 с.

Materials on introduction of new control mechanism over hazard substances emission in air / [edited by. S.S. Kurulenkaj] – К.: DEI Minpryrody Ukrainy, 2007.– 216 p.

Виконано порівняльний аналіз відомих методик оцінки викидів пилу при проведенні підричних робіт на гірських підприємствах. Проаналізовано математичні моделі, що можуть бути використані для розрахунку приземної концентрації пилу після залпових викидів. Запропоновано способи оцінки ефективності заходів щодо зниження викидів пилу після масових вибухів у кар'єрах і рівнів екологічної небезпеки цих викидів за пиловим фактором.

Ключові слова: екологічна небезпека, залізородні кар'єри, масові вибухи, залпові викиди, забруднення атмосфери, математична модель розсіювання пилу

Comparative analysis of known techniques of estimation of dust emissions during explosive works at mining enterprises is carried out. Mathematical models which can be used for calculation of ground concentration of dust after volley emissions are analyzed. Ways of estimation of efficiency of actions aimed emissions of dust decrease after mass explosions in open-cast mines and determination of levels of ecological danger of these emissions according to the dust factor are offered.

Keywords: ecological hazard, ore open pits, mass explosions, volley emission, atmosphere contamination, mathematical model of dust diffusion

Рекомендовано до публікації докт. техн. наук Т.І. Долговою. Дата надходження рукопису 04.03.11

УДК 574.24:573.871

**В.Н. Лапицкий, канд. техн. наук,
Ю.Л. Мамайкина**

Государственное высшее учебное заведение „Национальный горный университет“, г. Днепропетровск, Украина, e-mail: mamaikina@rambler.ru

ЕЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ ПОЛЯ КАК ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ ФАКТОР ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ (ОБЗОР)

**V.N. Lapitskiy, Cand. Sci. (Tech.),
Yu.L. Mamaikina**

State Higher Educational Institution “National Mining University”, Dnepropetrovsk, Ukraine, e-mail: mamaikina@rambler.ru

ELECTROMAGNETIC FIELDS AS AN ECOLOGICAL FACTOR OF ENVIRONMENTAL POLLUTION (REVIEW)

Рассмотрена проблема загрязнения окружающей среды электромагнитными полями разных диапазонов частот. Приведен обзор источников техногенного электромагнитного излучения и последствий его воздействия на организм человека. Выявлены трудности анализа пространственной структуры электромагнитных полей как на открытой местности, так и внутри помещений, не связанных с обслуживанием различных радиотехнических объектов.

Ключевые слова: экология, электромагнитное загрязнение, здоровье человека

Вступлення. В последние десятилетия бурное развитие получили различные технологии, прямо или

косвенно связанные с излучением электромагнитной энергии в окружающую среду. Освоение частотных диапазонов, развитие радиовещания, увеличение каналов телевизионного вещания, развитие систем под-

вижной и спутниковой связи резко обострило проблемы электромагнитной экологии. Существует устойчивая тенденция наращивания количества излучающих технических средств, увеличения их энергетических потенциалов и территориальной концентрации. Такие „горячие точки“ – скопления излучающих технических средств – повсеместно возникают в городах. С точки зрения экологии, электромагнитное поле (ЭМП) – это один из видов энергетического загрязнения окружающей среды.

За последнее десятилетие электромагнитная нагрузка на окружающую среду увеличилась в несколько раз, а санитарные нормы и правила защиты населения от электромагнитного излучения (предельно допустимые уровни ЭМП) не менялись с 80-х годов. Устарела также и методика прогнозирования уровней электромагнитных полей от радиотехнических объектов, так как расчетная формула напряженности ЭМП в ней совсем не учитывает многочисленные переотражения от стен зданий, дифракцию электромагнитных волн на ребрах сооружений, ослабление амплитуды радиосигнала за счет потерь в свободном пространстве, отражение и прохождение сквозь зеленые насаждения. Также нет соответствующей прогнозной расчетной методики для измерения параметров ЭМП, которые бы учитывали сложную пространственную структуру поля в непрозрачных помещениях, которые не связаны с обслуживанием радиотехнических объектов (медицинские и учебные учреждения, жилые дома, детские сады, места массового отдыха людей и др.) и т.д.

Приведем примерный перечень видов телекоммуникационной деятельности и оборудования, которые являются причиной насыщения окружающей среды электромагнитной энергией в различных диапазонах [1]:

- до 300 Гц – статические поля различного происхождения, энергетические установки, линии электропередачи, видеодисплейные терминалы;
- 0,3...3 кГц – модуляторы радиопередатчиков, медицинские приборы, электрические печи индукционно-го нагрева, закаливания, сварки, плавления, очистки;
- 3...30 кГц – средства связи на ОНЧ, системы радионавигации, модуляторы радиопередатчиков, медицинские приборы, электрические печи, видеодисплейные терминалы;
- 30...300 кГц – радиовещание, радионавигация, морская и авиационная связь, средства связи на НЧ, радиолокация, видеодисплейные терминалы;
- 0,3...3 МГц – радиовещание, связь, радионавигация, морская радиотелефония, любительская радиосвязь, промышленные радиочастотные приборы, передатчики с амплитудной модуляцией, сварочные аппараты, медицинские приборы;
- 3...30 МГц – радиовещание, любительская радиосвязь, глобальная связь, ВЧ терапия, магнитные резонансные возбудители, диэлектрический нагрев, плазменные нагреватели;
- 30...300 МГц – подвижная связь, частотно-модулированное радиовещание, телевизионное ве-

щание, скорая помощь, диэлектрический нагрев, магнитные резонансные возбудители;

- 0,3...3 ГГц – радиорелейные линии, подвижная связь, радиолокация, радионавигация, телевизионное вещание, микроволновые печи, медицинские приборы, плазменный нагрев, ускорители частиц;
- 3...30 ГГц – радиолокация, спутниковая связь, подвижная связь, метеорологические локаторы, радиорелейные линии, защитная сигнализация, плазменный нагрев, установки термоядерного синтеза;
- 30...300 ГГц – радиолокация, спутниковая связь, радиорелейные линии, радионавигация.

Приведенные данные показывают, что человечество использует практически весь частотный диапазон электромагнитного излучения. В настоящее время наблюдается ухудшение экологической ситуации по электромагнитному фактору. Это следует связывать, в первую очередь, с преобладанием ведомственных, чисто коммерческих и потребительских подходов к вопросам использования ЭМП. Излучающие технические средства и объекты размещаются на крышах жилых домов и вблизи зон массового пребывания людей без анализа уже существующей электромагнитной обстановки, прогнозирования ЭМП размещаемых средств. Как правило, для размещения излучающих технических средств используются одни и те же удобные с точки зрения массового обслуживания места установки антенн (мачты, башни, высотные здания и т.д.). Несмотря на регламентации и ограничения по использованию технических средств, излучающих в окружающую среду ЭМП, в коммерческих целях иногда реализуется аппаратура не сертифицированная по электромагнитной совместимости и гигиеническим параметрам.

Неблагоприятная ситуация с электромагнитным фактором связана также со слабой материально-технической базой экологического электромагнитного мониторинга окружающей среды в Украине. Нормативной документацией предписано, что каждый объект, предназначенный для излучения в окружающую среду электромагнитной энергии, должен иметь санитарный паспорт, в котором кроме прочих данных приводятся расчетные и измеренные уровни ЭМП и границы санитарных зон этих объектов [2]. Однако, существующая методика рассчитана на прогнозирование и расчет параметров ЭМП в открытом пространстве, она не учитывает отражение электромагнитных волн от стен зданий, дифракцию электромагнитных волн на ребрах сооружений, ослабление амплитуды радиосигнала за счет потерь в свободном пространстве, а также при отражениях и прохождении сквозь зеленые насаждения. А нормативной методики измерения и прогнозирования электромагнитных полей в помещениях, не связанных с обслуживанием радиотехнических объектов (то есть в жилых домах, учебных и медицинских учреждениях), где необходимо учитывать наличие внутри здания стен, перегородок, мебели, радиоэлектронной аппаратуры, пока нет.

Таким образом, количество радиотехнических объектов, персональных компьютеров, электрических бы-

товых приборов с каждым днем увеличивается, а гигиенические нормативы не менялись с 80-х годов (например, для довольно распространенных радиорелейных станций с диапазоном частот 10 ГГц – 300 ГГц до сих пор не установлены гигиенические нормативы уровней ЭМП, приняты лишь временные ПДУ, как для диапазонов 30 МГц–3000 МГц). То есть давно уже устарела методика измерения, прогнозирования и оценки электромагнитных полей. А до тех пор, пока действуют старые санитарные нормы, необходимо отображать реальную картину электромагнитного загрязнения как в помещениях длительного пребывания людей, так и за их пределами и разрабатывать мероприятия либо по устранению источника негативного излучения, либо по экранированию ЭМП от него.

В последнее время все большее внимание привлекают еще две сферы деятельности человека, которые создают электромагнитное загрязнение – это энергетика и информатика. Электромагнитные поля, сопровождающие использование человеком электроэнергии промышленной частоты и компьютеров, вызывают определенное беспокойство у экологов, гигиенистов и т.д. Появилось множество научных подтверждений явлению повышенной биологической активности магнитных полей промышленной частоты малых уровней. Есть результаты научных исследований, позволяющие считать, что такие поля являются причиной некоторых видов онкологических заболеваний, особенно у детей. Опасны и тенденции резкого увеличения количества видов и мощностей бытовой техники. Образ жизни цивилизованного человека предполагает, что на весьма ограниченной площади квартиры концентрируется большое количество всевозможной бытовой техники. Массовая компьютеризация производства и быта привела к тому, что большое количество людей, в том числе дети, проводят длительное время у компьютера не только как источника информации, но и источника энергетического загрязнения, причем находясь в непосредственной близости от него.

Кроме того, энергетика – это линии электропередач (ЛЭП). Наибольшая напряженность поля под ЛЭП наблюдается в местах максимального провисания проводов. Во многих населенных пунктах Украины высоковольтные линии электропередач проходят через территорию жилой застройки. Часто они проходят в непосредственной близости от жилых зданий, над жилыми, общественными, хозяйственными постройками. Исследование трансформаторных подстанций, также размещаемых в жилых застройках городов, показали, что уровни ЭМП превышают допустимые уровни в два раза.

Линии электропередач образуют геоаномальную зону, над которой воздух насыщен положительными ионами. Исследованиями давно установлена связь между самочувствием людей и ионизацией воздуха. М.Г. Шандала показал, что под действием ионизации возникают изменения со стороны кислородного и теплового обмена, функционального состояния нервной системы, фагоцитарной активности лейкоцитов

периферической крови и ряд других изменений со стороны общего состояния организма [3]. Повышенное содержание в воздухе положительных ионов вызывает общую сонливость, нервозность и т.д. [4]. Также известно, что дети, живущие вблизи ЛЭП, в два раза чаще болеют лейкемией [5].

Осенью 2001 года Международное агентство по исследованию рака включило в список „возможных канцерогенных факторов“ электромагнитные поля низкой частоты (50–60 Гц). А по словам ведущего научного сотрудника Центра электромагнитной безопасности ГНЦ РФ – Института биофизики РАН профессора Ю. Григорьева следствием воздействия электромагнитных полей может, например, стать синдром раннего старения организма. Его признаками служат ухудшение памяти и работоспособности, снижение иммунитета, нарушение репродуктивной функции и развитие иной возрастной патологии в ранние годы [6].

Энергия ЭМП радиочастот (30 МГц – 300 ГГц) взаимодействует с человеком и другими живыми системами прямым и косвенным путями. Главным прямым механизмом взаимодействия является воздействие токов, наводимых в тканях организмов. Величина и характер воздействия зависят от частоты и интенсивности ЭМП, а также параметров тканей [1].

Учеными Тульского государственного университета проводились исследования влияния электромагнитного излучения сотовой связи на организм [7]. В эксперименте добровольцы подвергались воздействию электромагнитного поля с частотой 1 ГГц (при длине волны 30 см). В результате у людей наблюдались выраженная брадикардия, повышение электрокинетической энергии ядер букального эпителия, изменения биотоков мозга, снижение мозгового кровотока и артериального давления, реакции беспокойства, небольшие изменения α - и β -ритмов в ЭЭГ, по ряду показателей была отмечена тенденция к изменению функций центральной нервной системы и сердечно-сосудистой системы, повышение температуры головы на 4,7°C, а температуры барабанной перепонки более чем на 0,5°C.

Специалистами Харьковской областной санитарно-эпидемиологической станции и Национального аэрокосмического университета [8] при исследовании ЭМП миллиметрового диапазона были выявлены резонансные и информационные эффекты его взаимодействия с живыми организмами. В этом диапазоне длин волн был выделен цифровой шум, источниками которого являются все современные приборы, содержащие быстродействующие микропроцессоры. Мощности цифрового шума при частоте более 1000 МГц достаточно для информационного воздействия на расположенные рядом живые организмы.

По результатам исследований Белокрыницкого В.С. и Гоженко В.И. из ГП „Украинский НИИ медицины транспорта МОЗ Украины“ значительное место в патологии головного мозга принадлежит действию электромагнитных волн СВЧ диапазона. Данные исследования проводились с 1962 года и в них было

показано, что цитоплазма, ядро и особенно ядрышко нейронов головного мозга претерпевают значительные изменения, нарушаются структура базофильного вещества хроматина, контуры и размеры ядра и тела нейронов [9].

Институт медицины труда АМН Украины проводил исследования влияния антропогенных факторов на распространение офтальмологической патологии среди населения в 25 областях Украины. Было установлено, что электромагнитные поля радиолокационных станций и линий электропередач (напряженностью более 220 кВ) вызывают болезнь сосудистой оболочки глаза [10].

Некоторые специалисты утверждают, что особое внимание необходимо уделять возможности развития у населения отдаленных последствий после длительного контакта с электромагнитными полями: онкозаболеваний, заболеваний, связанных с деградацией нервных клеток (болезнь Паркинсона, Альцгеймера) [11].

Биологический эффект электромагнитного облучения трудно выявить, вычленив из большого числа факторов, влияющих на организм, то есть он зависит от частоты, продолжительности и интенсивности воздействия, площади облучаемой поверхности, общего состояния здоровья человека. Кроме того, на развитие патологических реакций организма влияют режимы генерации ЭМП, в том числе неблагоприятны амплитудная и угловая модуляции; факторы внешней среды (температура, влажность, повышенный уровень шума и др.); возраст человека; образ жизни и состояние его здоровья; область тела, подвергаемая облучению.

Таким образом, между полем и биологическими объектами существуют сложные причинно-следственные связи. На основании медико-биологических исследований установлены основные симптомы поражений, возникающих при воздействии ЭМП. Их совокупность можно классифицировать как специфическую болезнь, которую иногда называют „радиоволновой болезнью“ [1].

Трудности анализа электромагнитной ситуации от комплекса технических средств очевидны. Они обусловлены одновременной работой множества излучателей, которые могут отличаться не только конструкцией, но и принципами действия.

Несмотря на то, что большинство технических средств, в том числе и антенных устройств для телекоммуникаций, типовые, они размещаются в нетиповых условиях. Индивидуальность реальных объектов, с точки зрения электромагнитной экологии, проявляется в различии размещения и ориентации отдельных антенн, в особенностях рельефа местности, в несовпадении расписаний смены волн, в неодинаковом наборе технических средств и т.д. То есть, метод аналогий и экстраполяции неприменим для комплексов технических средств. Еще одним важным моментом в исследовании электромагнитной обстановки комплекса технических средств является взаимное влияние антенных устройств, которое может повлиять на точность электромагнитного прогнозирования. Это

влияние может проявляться, во-первых, во взаимном затенении антенн и, во-вторых, в электрическом влиянии, при котором в элементах конструкции пассивных антенн наводятся токи, способные существенно изменить электромагнитную обстановку вблизи их расположения.

Формирование пространственной структуры электромагнитных полей радиочастотного диапазона в условиях непроизводственных помещений, не связанных с эксплуатацией источников ЭМП (жилые дома, учебные и медицинские учреждения, детские сады и т.д.), происходит вследствие проникновения радиоволн внутрь помещения извне через оконные и дверные проемы.

Как и для открытых пространств, в условиях помещений распространение радиоволн складывается из процессов распространения волны в воздухе до точки взаимодействия с материальным объектом, отражения электромагнитных волн от границы раздела воздух/материальный объект и поглощения электромагнитных волн конструктивными элементами зданий. Однако, в отличие от уличных условий, расстояние между поверхностями стен и перекрытий, кромками оконных проемов в зданиях существенно меньше, чем за их пределами; также присутствует много элементов, на которых происходит рассеяние (например, мебель), поэтому в помещениях гораздо сильнее выражены процессы многолучевого распространения радиоволн и дифракционно-интерференционные эффекты. Это обуславливает наличие сложной и резко неоднородной пространственной структуры электромагнитного поля с минимальным шагом пространственных вариаций от нескольких десятков сантиметров до 1–2 м и перепадами в интенсивности радиосигнала в 2–6 раз [1]. Это, в первую очередь, связано с уменьшением энергии волны при прохождении сквозь внутренние препятствия, изменением условий видимости источника ЭМП, многократной дифракцией на ребрах мебели и других элементах внутренней обстановки.

Сложность структуры электромагнитного поля различных диапазонов частот, а также многочисленность влияющих факторов определяют трудности всестороннего решения проблемы электромагнитного прогнозирования в этих диапазонах. Указанная сложность определяет целесообразность применения в качестве основного метода исследования математическое моделирование. Однако, математическая модель, какой бы сложной она ни была, не может отражать всех физических явлений, которые проявляются в реальных условиях. Следует отметить, что в практике проектирования излучающих объектов имели место попытки создания математических моделей на основании ряда допущений, приближений и упрощений, верных только для дальней зоны излучения, не учитывающих полупроводящих свойств земной поверхности. Приближенные математические модели были применимы для частных случаев, давали результаты оценочного характера и неприменимы для комплексов антенн.

Несмотря на большой объем информации, расчетные методы часто не могут заменить инструментальный контроль, который является единственным средством, позволяющим в условиях неоднородной среды оценить биологическую опасность ЭМП из-за невозможности учета в моделях излучения всего многообразия влияющих факторов.

Существует и научно обоснован целый комплекс организационных и технических мероприятий по защите окружающей среды и человека от воздействия электромагнитных полей. К ним относятся, во-первых, „пассивные“ методы защиты – это защита расстоянием (организация санитарных зон), временем (ограничение времени пребывания в электромагнитных полях), экранирование (применение различных поглощающих и отражающих материалов), градостроительные мероприятия (озеленение, специальная планировка прилегающих к излучающим объектам районов, использование естественного и создание затеняющего искусственного рельефа местности) и т.д. [2].

Развитие методов анализа полей вблизи излучателей позволило совершенствовать „активные“ методы защиты, к которым следует отнести уменьшение излучаемых мощностей, перенос и реконструкцию излучающих элементов, изменение режимов работы технических средств и т.д. Очевидно, что все методы „активной“ защиты применимы для населения. Важным направлением, способствующим решению задач „активной“ защиты, является классификация антенн по степени экологической опасности и разработка излучающих систем с улучшенными экологическими характеристиками [11].

Таким образом, в настоящее время проблема электромагнитной безопасности и защиты окружающей природной среды от воздействия электромагнитного поля приобрела большую актуальность и социальную значимость, в том числе на международном уровне. Многочисленные исследования экологов и врачей-гигиенистов доказали, что все диапазоны ЭМП оказывают влияние на здоровье и работоспособность людей, на отдаленные последствия. Доказано, что наиболее чувствительными системами организма человека к действию ЭМП являются центральная нервная система, половая и эндокринная [1]. Человек не способен физически ощущать окружающее его ЭМП, однако оно увеличивает риск заболеваний. Энергетическая нагрузка от ЭМП в промышленности и в быту возрастает постоянно в связи со стремительным расширением сети источников физических полей электромагнитной природы, а также с увеличением их мощностей. Во всех странах с каждым годом ужесточаются допустимые нормы воздействия электромагнитного излучения на специалистов и население. Особенно опасно действие ЭМП на детей, подростков, беременных и людей с ослабленным здоровьем.

Главной задачей на данном этапе является дополнение существующей методики измерения и прогнозирования уровней электромагнитных полей (Санитарных норм и правил № 239 1996 года) соответствующими рекомендациями по исследованию распро-

странения параметров ЭМП внутри производственных помещений (жилые дома, учебные и медицинские учреждения и т.д.), а также установление новых гигиенических нормативов для человека с учетом возросшей электромагнитной нагрузки на окружающую среду.

Список литературы / References

1. *Сподобаев Ю.М.* Основы электромагнитной экологии / Ю.М. Сподобаев, В.П. Кубанов. – М.: Радио и связь, 2000. – 240 с.
Spodobaev Yu.M. Fundamentals of electromagnetic ecology / Yu.M. Spodobaev, V.P. Kubanov. – М.: Radio i svyaz, 2000. – 240 p.
2. *Санитарные нормы и правила защиты населения от влияния электромагнитных излучений №239* – Министерство охраны здоровья Украины. – К.: 1996.
Sanitary code and guidance on inhabitants protection from influence of electromagnetic emission No.239. – Ministerstvo ohrany zdorovya Ukrainy. – К.: 1996.
3. *Думанский Ю.Д.* Итоги и перспективы научных исследований в области гигиены электромагнитных факторов окружающей среды / Думанский Ю.Д. // Гигиена населенных мест. – К.: 2001. – Том 2. – Вып.38. – С.4–21.
Dumanskiy Yu.D. Resume and prospects of scientific investigations in the field of hygiene of the electromagnetic factors of the environment / Yu.D. Dumanskiy // Gigena naselennykh mest. – К.: 2001. – Vol. 2. – Issue. 38. – P. 4–21.
4. *Малиновский Г.Т.* Излучения земли, психическая энергия и здоровье человека / Г.Т. Малиновский, Н.В. Мовчун. – К.: Логос, 2002. – 303с.
Malinovskiy G.T. Earth radiation, psychic energy and human health / G.T. Malinovskiy, N.V. Movchun. – К.: Logos, 2002. – 303 p.
5. *Сивый М.И.* Геопатогенные зоны Земли: к пониманию их патогенности / М.И. Сивый, Г.П. Пилипенко, В.Ф. Кугут // Эниология. – 2001. – №4. – С. 48 – 54.
Sivyy M.I. Geopathogenic zones of the Earth: to the realization of their pathogeny / M.I. Sivyy, G.P. Pilipenko, V.F. Kugut // Eniologiya. – 2001. – No.4. – P. 48–54.
6. *Нікітіна Н.Г.* Вплив електромагнітних випромінювань на здоров'я населення (науковий огляд) / Н.Г. Нікітіна, В.А Баркевич // Гигиена населенных мест. – 2007. – Вып. №50. – С. 209 – 214.
Nikitina N.G. Influence of electromagnetic emission on the health of population / N.G. Nikitina, V.A. Barkevich // Gigena naselennykh mest. – 2007. – Vyp.No.50. – P. 209–214
7. *Влияние излучения аппаратуры сотовой связи на жизненные функции организма при экранировании минералом шунгит* / [С.П. Куротченко, Т.И. Субботина, И.И. Туктамышев и др.] // Вестник новых медицинских технологий. – 2004 – Том 11. – №4 – С. 137–139.
Influence of cellular telephone radiation on vital functions of human when screening by schungite / S.P. Kurotchenko, T.I. Subbotina, I.I. Tuktamyshev et al.] // Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy. – 2004. – Vol.11. – No.4. – P. 137–139
8. *Трубчанинова Н.С.* Компьютер и мобильный телефон: благо цивилизации или опасность для жизне-

деятельности человека? / Н.С. Трубчанинова, Ф.И. Трубчанинов // Довкілля та здоров'я. – 2007. – №3(42). – С. 43–45.

Trubchaninova N.S. Computer and mobile phone: creature comforts or danger for human vital functions? / N.S. Trubchaninova, F.I. Trubchaninov // Dovkillya ta zdorovya. – 2007. – No.3(42). – P. 43–45.

9. Белокриницкий В.С. Микроволновая патология и пути ее профилактики / В.С. Белокриницкий, А.И. Гоженко // Довкілля та здоров'я. – 2007. – №4(43). – С. 7–11.

Belokrinitzkiy V.S. Microwave pathology and ways of its prevention // V.S. Belokrinitzkiy, A.I. Gozhenko // Dovkillya ta zdorovya. – 2007. – No.4(43). – P. 7–11.

10. Нагорная А.М. Комплексное влияние экологических факторов антропогенного происхождения на распространённость офтальмологической патологии / А.М. Нагорная, С.А. Рыков, Д.В. Варивочник // Довкілля та здоров'я. – 2003. – №2. – С. 41 – 46.

Nagornaya A.M. Complex influence of anthropogenic ecological factors on ophthalmologic pathology occurrence / A.M. Nagornaya, S.A. Rykov, D.V. Varivochnik // Dovkillya ta zdorovya. – 2003. – No.2. – P. 41–46.

11. Санитарно-защитные зоны и зоны ограничения застройки антенн декаметрового диапазона / [Ю.Д. Думанский, Ю.М. Сподобаев, С.В. Биткин и др.] // Гигиена и санитария. – 1990. – №7. – С. 53–56.

Sanitary-hygienic zones and areas of restricted building of decametric range antennas / [Yu.D. Dumansky, Yu.M. Spodobae, S.V. Bitkin et al.] // *Gigiena i sanitariya.* – 1990. – No.7. – P. 53–56.

Розглянуто проблему забруднення навколишнього середовища електромагнітними полями різних діапазонів частот. Приведено огляд джерел техногенного електромагнітного випромінювання та наслідків його впливу на організм людини. Виявлено труднощі аналізу просторової структури електромагнітних полів як на відкритій місцевості, так і у приміщенні, не пов'язаних з обслуговуванням різних радіотехнічних об'єктів.

Ключові слова: *екологія, електромагнітне забруднення, здоров'я людини*

The article considers the problem of environmental pollution with electromagnetic fields having different frequency ranges. Review of technogene electromagnetic action and its effects on human organism is presented. There are shown difficulties concerning analysis of spatial structure of indoors which are not connected with maintenance of various radiotechnical objects.

Keywords: *environment, electromagnetic pollution, human health*

Рекомендовано до публікації докт. техн. наук В.Є. Колесником. Дата надходження рукопису 14.03.11

УДК 622.807.54

Е.А. Яворская, канд. техн. наук,

А.В. Яворский, канд. техн. наук

Государственное высшее учебное заведение „Национальный горный университет“, г. Днепропетровск, Украина, e-mail: yavorskiyandrey@mail.ru

ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ЭЛЕМЕНТОВ ШАХТНЫХ ВЕНТИЛЯЦИОННЫХ СИСТЕМ ПРИ РАЗРАБОТКЕ ПЛАСТОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ГОРИЗОНТАЛЬНОГО ЗАЛЕГАНИЯ

Ye.A. Yavorskaya, Cand. Sci. (Tech.),

A.V. Yavorskiy, Cand. Sci. (Tech.)

State Higher Educational Institution “National Mining University”, Dnipropetrovsk, Ukraine, e-mail: yavorskiyandrey@mail.ru

SUBSTANTIATION OF THE PARAMETERS OF THE MINE VENT SYSTEM ELEMENTS WHEN MINING STRATIFIED DEPOSITS OF HORIZONTAL BEDDING

Приведены результаты исследований, направленных на повышение эффективности вентиляционных систем шахт и рудников. Обоснованы параметры таких элементов шахтных вентиляционных систем как вертикальные горные выработки (стволы, скважины, группа скважин), проводимые в районе ведения горных работ для вывода исходящей струи воздуха на шахтах с горизонтальным залеганием пласта на сравнительно небольшой глубине. Разработана экономико-математическая модель, на основании которой получены выражения для определения оптимальных параметров вертикальных выработок. Обоснован переход от оптимальных параметров элементов шахтной вентиляционной системы к рациональным.

Ключевые слова: *шахта, утечки, ствол, вентиляционная скважина, воздушный поток, депрессия*

Введение. Сокращение пути движения воздушного потока по шахтной вентиляционной сети может,

в известной мере, служить единственным средством экономического решения проблем вентиляции при разработке шахтных полей больших размеров.