

УДК 504:53+691

**ОСОБЕННОСТИ ВЛИЯНИЯ ТЕХНОГЕННЫХ
ФАКТОРОВ ФИЗИЧЕСКОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ
И НЕГАТИВНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ВТОРИЧНОГО
ИЗЛУЧЕНИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ
НА ОРГАНИЗМ ЧЕЛОВЕКА**

*Е. В. Панова
(Киевский национальный университет
строительства и архитектуры)*

Статья посвящается исследованию влияния вторичного техногенного воздействия внутри помещения со стороны составляющих строительных материалов с учётом особенностей свойств тканей организма.

Стаття присвячується дослідженню впливу вторинної техногенної дії усередині приміщення з боку складових будівельних матеріалів з врахуванням особливостей властивостей тканин організму.

The article studies the influence of the secondary effects of technogenic influence into an apartment from the side of composing materials taking into account the features of properties of fabrics of organism.

Развитие живого организма, в частности человека, в процессе эволюции, зависит от условий среды, обитания. На современном этапе непосредственное влияние на человека, его жизнедеятельность, оказывают различные факторы окружающей среды, которые он изменяет и с которыми взаимодействует. Стремительное развитие научно-технического прогресса, и быстрое изменение условий обитания внешней среды, приводит к необходимости адаптации организма в изменяющейся среде. Действия различных физических полей и излучений на живой организм, а так же их сочетание с особенностями материалов, которые используют в строительстве жилых помещений, приводят к различным изменениям в организме человека: от положительных до необратимых.

© Е. В. Панова, 2011

Целью работы является исследование комбинированного техногенного воздействия на человека физических полей, осложнённого негативным влиянием строительных материалов и неоднородностью свойств тканей организма.

Живые организмы, чувствительны к действию различного рода естественных, искусственных излучений и полей [1, 2, 3], источниками которых являются приборы бытовой техники [4, 5] (телевизоры, микроволновые печи, мобильные телефоны и др.), отделочные материалы (линолеум, металлопластик и др.), различный ассортимент строительных материалов. Химические элементы, которые входят в состав биообъекта, отвечают за протекание жизненных процессов внутри организма. Например, алюминий, берёт участие в построении тканей кости и соединительных тканей, но избыток алюминия в организме человека может стать причиной гибели нервных клеток и параличом сердечной мышцы [4]. Анализ научной литературы показывает, что избыток железа (Fe) в организме человека, приводит к снижению кровообращения, избыток меди (Cu) — поражает печень (болезнь Боткина), возникает эпилепсия и шизофрения, избыток хрома (Cr) или никеля (Ni) — вызывает раковые заболевания, избыток свинца (Pb) — вызывает лейкемию, избыток цинка (Zn) — способствует делению раковых клеток и приводит к диабету [4]. Химические элементы, которые входят в состав человека (Al, As, Be, Ca, Cd, Fe, I, J, K, Li, Mg, Co, Cu, Cr, Ni, P, Pb, Se, Si, Sr, Zn, F и др.) необходимы для его жизнедеятельности, но избыток этих элементов, которые так же могут входить в состав строительных материалов — приводит к его накоплению и негативному воздействию. Последствия, при которых избыточное накопление для каждого из таких элементов считается опасным — индивидуально и рассчитывают в мг в сутки. Значит, расчёт выхода перечисленных элементов из строительных материалов в окружающую среду при техногенном воздействии должен производиться в миллиграммах в сутки. Этого нет в нормативных документах.

Установлены нормы строительных материалов соответствующими законодательными документами Украины [6—12], в состав которых могут входить такие элементы, но вторичное техногенное воздействие внутри жилых помещений подобные законодательные документы не учитывают.

Свидетельством о воздействии различных излучений техногенного происхождения на живой организм, являются многочисленные медико-биологические исследования, основанные на использовании электрических, магнитных и электромагнитных полей, а так же различного рода излучений малой интенсивности, что успешно применяется в медицинской практике [13]. Но в результате технического прогресса такие поля в переизбытке создаёт и сам человек (бытовая техника, электропроводка и т. п.). Например, под действием постоянного электрического поля, как показали исследования [13] происходит: поляризация клетки, местное поражение нервных окончаний в коже, увеличивается скорость движения крови, нарушается скорость движения лимфы, изменяется обмен веществ и энергии в тканях организма.

Живой организм имеет собственное электрические, магнитные и электромагнитные поля [14]. Человеческий организм достаточно неоднороден по своим электрическим свойствам на клеточном и тканевом уровнях [15]. Электромагнитные свойства ткани человека исследователи делят на классы [16] с большим значением диэлектрической постоянной (60—80) и сильным затуханием электромагнитных волн, и класс с малым значением диэлектрической постоянной (5—6) и намного меньшим затуханием волн.

Насыщенные водой мышечные ткани (растворы электролитов) — относятся к первому классу, менее насыщенные водой мышечные ткани — относятся ко второму классу [17]. Поэтому, большое значение имеет изучение влияния внешних физических полей и излучений на водные системы, в частности, магнитного поля. Теоретические выводы о влиянии магнитного поля на водные системы [18] основаны на полевой концепции самосогласованных систем.

Живые ткани — это системы сложного строения, которые неоднородны по своему составу, поэтому, следует учитывать, что электрические свойства отдельных структур организма также различны [19]. Исследования воздействия физических полей на живую ткань, или отдельный орган человека следует проводить с учётом неоднородности электрических свойств [20].

Живой организм состоит из «биологических жидкостей». Так как они содержат большое количество ионов натрия, калия, кальция, фосфора и других химических элементов, то они являются

носителями электрических зарядов и принимают активное участие в обменных процессах.

Кровь — рассматривается, как коллоидная система. Эритроциты, которые входят в её состав, обладают электрическим зарядом. Таким образом, сама кровь реагирует на электромагнитное поле. Эритроциты имеют свой заряд Q и движутся с определённой скоростью v , значит, на них действует сила Лоренца F :

$$F = Q(E + v \times B),$$

которая возникает при наложении электромагнитного поля напряжённостью E и магнитной индукцией B . Эта сила влияет на движение эритроцитов, а, значит, действует на характеристики кровеносной системы и биообъектов в целом. Если рассматривается механизм действия физических полей на определённый орган, следует учитывать это влияние не только на сам орган, но и на кровеносные сосуды, которые его окружают, жировой слой кожи и т.д. в комплексе. Так же не менее важным является рассмотрение влияния электромагнитного поля и на клеточном уровне. Различные ткани и органы человеческого организма, при постоянном токе, имеют различную удельную электропроводимость [3, 13], табл 1:

Таблица 1 — Удельная электропроводимость на ткани человека при действии постоянного тока.

(Некоторые несовпадения данных, возможно, свидетельствует о различных условиях измерений)

Ткань	Удельная электропроводимость, 1/(Ом·м)
Спинномозговая жидкость	1,8
Сыворотка крови	1,4
Кровь	0,6
Мышцы	0,5
Внутренние органы	$(2-3) \cdot 10^{-1}$
Мышечная и нервная ткани	0,07
Жировая ткань	0,03
Кажа (сухая)	$10^{-9} (10^{-5} [13])$
Кость без надкостницы	$10^{-11} (10^{-7} [13])$

Поэтому, для оценки возможного результата воздействия физических полей и излучений на живой организм исследователи

рассматривают его, как проводник. Проводник имеет определённое сопротивление и для человека, по данным из [3], сопротивление изменяется от 1 кОм до 100 кОм. При этом количество теплоты, которая выделяется в живой материи, во время прохождения электрического тока, можно оценить по закону Джоуля—Ленца:

$$Q = I^2 R \cdot t,$$

где Q — количество теплоты, I — сила тока, R — сопротивление, t — время действия тока на живой организм.

Термическое влияние тока на живой организм характеризуется нагреванием тканей человека, а неоднородность организма, электропроводности тканей, является причиной разного действия тока, в человеческом организме. Неоднородность среды приводит к поляризации границ раздела фаз. В проводящей среде происходит выделение (накопление) заряженных ионов разного знака рис. 1.

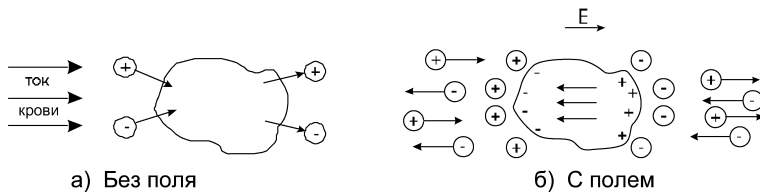


Рис. 1. Поляризация границы раздела системы — проводящая среда + объект с другой проводимостью (клетка).

Как видно из рис. 1(а), ток крови переносит к поверхности клетки как положительные, так и отрицательно заряженные частички (ионы). При наложении внешнего электрического поля происходит нарушение в направлении движения ионов, как снаружи, так и внутри клетки рис. 1(б). Неоднородность ткани приводит к поляризации: скоплением зарядов противоположного знака около частично проводимых клеточных мембран. При этом возникает электродвижущая сила поляризации, которая обуславливает возникновение противоположно направленного тока, проходящего через клетку. Под действием постоянного тока, клетки мембраны изменяют свою проницаемость для ионов, а значит, изменяются метаболические процессы. Таким образом, первичное

действие постоянного тока на организм человека тесно связан с изменением концентрации ионов в различных структурах ткани (рис. 1).

С постоянно развивающимся техническим прогрессом увеличивается техногенное воздействие на человеческий организм. Уровень электромагнитных полей, который создал человек, в сотни раз превышает средний уровень природных полей [1, 17]. Такая техногенная нагрузка, которую выдерживает в течении всей жизни человек, невозможна без нарушения структуры и свойств - будь то клетки, органа или всего организма в целом. Человек, особенно в крупных городах, с каждым годом, испытывает увеличение техногенного воздействия [17].

Механизм формирования электромагнитных полей биологическими объектами изучается многими учёными [1—5, 13—20]:

- Глубина проникновения, при увеличении частоты ЭМП, уменьшается [2].

- Магнитное поле человека обусловлено токами, текущими в его организме (мозг, сердце, нервные волокна и др.) [17].

- Электрическое поле человека отражает электрическую активность мозга, сердца, мышц и др. органов и связано с перераспределением электрических зарядов (ионов). За счёт колебаний кожи, на её поверхности накапливаются большие электрические заряды [17] (статическое электричество).

- Глубина проникновения сверхвысоких частот (СВЧ) электромагнитного излучения (ЭМИ) в различных тканях человека в сантиметрах [19], табл. 2.

**Таблица 2 — Глубина проникновения СВЧ ЭМИ
в тканях человека (в см)**

Ткань	Частота, МГц					
	100	200	400	1000	3000	10000
Костный мозг	22,90	20,66	18,37	11,90	9,92	0,34
Головной мозг	3,55	4,13	2,07	1,93	0,47	0,16
Хрусталик глаза	9,42	4,39	4,23	2,91	0,50	0,17
Кровь	2,86	2,15	1,79	1,40	0,78	0,14
Мышцы	3,45	2,32	1,84	1,46	—	0,31
Кожа	3,76	2,78	2,18	1,64	0,64	0,18

Розділ 2. Основи природокористування та безпека життєдіяльності

Таким образом, с физической точки зрения — следует учитывать свойства облучаемой среды, влияние частоты (табл. 2) на человеческий организм, проводимость биообъекта (табл. 1) различного рода излучений и физических полей.

Действие электромагнитных радиочастот зависит от частоты колебаний волны. И с увеличением частоты и, как следствия — уменьшением длины волны, биологическое действие электромагнитного поля становится более выраженным. Так, ЭМП длинных волн имеет меньшее биологическое влияние, чем короткое и ультракороткое [19].

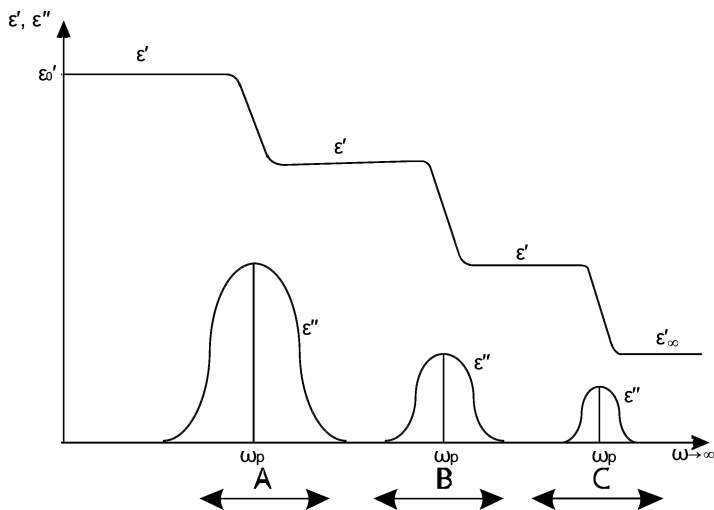


Рис. 2 Качественная зависимость ϵ', ϵ'' , от частоты ω в различных интервалах электромагнитного спектра. ϵ' — диэлектрическая проницаемость, ϵ'' — диэлектрические потери [20].

Три области дисперсии представленных на рис. 2 указывают на зависимость диэлектрической проницаемости системы от частоты. В области малых частот (А) происходит изменение связи между молекулами вещества. В результате уменьшается поляризуемость молекул и, соответственно, уменьшается ϵ вещества. Такое изменение связи между молекулами может приводить к частичному разрушению материала. Аналогичный процесс происходит в обла-

сти больших частот (В, С), но с другим механизмом действия. Диапазоны частот: А — радиоизлучение, В — телевизионное вещание, С — излучение мобильных телефонов. Подобная зависимость дисперсии от диэлектрической проницаемости наблюдается для суспензии биологических клеток [21].

С развитием технологий негативное воздействие, (электромагнитные излучения, шум, вибрация, инфразвук, ультразвук радиация и т. д.) увеличивается. Источниками воздействий считают бытовые электроприборы, электрическую проводку в доме (квартире) и строительные материалы, которые использованы при строительстве жилищных помещений. Всё это является источником дополнительного электромагнитного излучения [22].

Строительные материалы — это дисперсные системы. Их свойства, со временем, меняются, и становятся небезопасны для человека. Со временем меняются: прочность, твёрдость, истираемость, упругость, пластичность, хрупкость и др., меняются первоначальные свойства границ раздела физической поверхности [22, 23]. Особенности воздействия электромагнитного излучения (ЭМИ) миллиметрового диапазона с различными длинами волн, изучены в [4, 19]. При таком воздействии ЭМП, из-за разной электризации поверхности раздела фаз на границе формируется двойной электрический слой рис. 3.

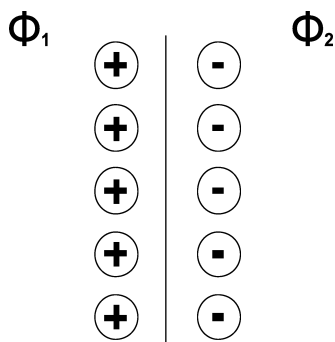


Рис. 3 Выделение электрических зарядов на границе раздела фаз.

Переменное внешнее электрическое поле приводит к поляризации границы раздела фаз. Её электрические заряды становятся

источником вторичного излучения. Частота определяется ёмкостными свойствами такого заряженного конденсатора. Если действуют вынужденные колебания, то частоты излучения, как правило, близки к частотам внешнего излучения. Но при снятии внешнего воздействия угасающие колебания конденсатора могут принять более широкий спектр электромагнитных волн. Возможно, с этим связано более сильное воздействие высокочастотного импульсного излучения, когда импульс, например, прямоугольный, чередуется с паузой, рис. 4.

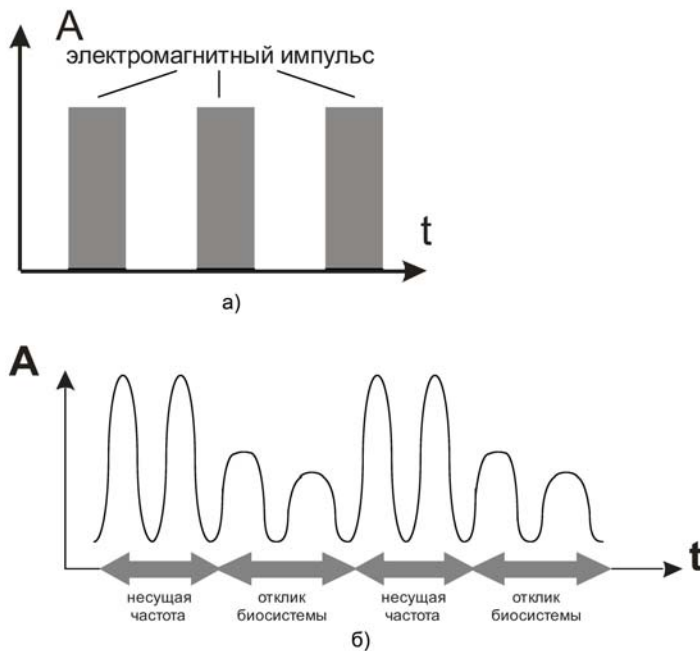


Рис. 4 Схематическое изображение возникновения низкочастотной составляющей отклика системы во время паузы между импульсами.

Не существует единой всемирной экологической сертификации строительных материалов. В Украине разработаны и утверждены: государственные стандарты в строительстве [6—12] и закон Украины о строительных нормах [11]. Рекомендации, которые способствуют целенаправленному уменьшению негативного влияния на здоровье

человека, а так же негативное действие различных физических факторов (шум, вибрацию, электромагнитное излучение, радиацию) установлены государственной программой нормативных документов в Украине.

В государственных стандартах Украины рассмотрены и утверждены строительные нормы каждого материала в отдельности, их технические условия, а также требования безопасности и охраны окружающей среды: бетона [6], керамической черепицы [7], песка [8], кирпича и камня [9], растворов [10] и многих других строительных материалов и смесей органической и неорганической природы.

Стремительное совершенствование технологий промышленности строительных материалов увеличивается с каждым годом, но отечественные строительные материалы – остались в прошлом. В современном мире, плотное сотрудничество между государствами, позволяет закупать строительные материалы (плитку, керамику и др.) у производителей различных государств. На современном этапе, основными критериями безопасности строительных материалов, для здоровья человека, являются экологические и санитарно-гигиенические нормы той страны, которая приобретает материалы, и они порой не соответствует нормам государства изготовителя. Справедливо заявление российского ведущего эксперта-эколога: «Однако, экологический контроль находится на низком уровне» [22]. Вред от использования строительного материала может возникнуть за счёт загрязнения окружающей среды, где производится строительство, и даже в помещении при работе электромагнитных приборов и повышения температуры в нём. В частности, при эксплуатации человеком отделочных материалов (линолеум, металлпластик и др.) в зимнее время года, используются всевозможного рода обогреватели и отопительные системы. При действии высоких температур (инфракрасное излучение), из контактирующего со средой материала [23] может происходить выход негативных соединений [24], которые вредны для человека. Токсические вещества (токсиканты), входящие изначально в стройматериалы, постепенно по порам и микротрещинам мигрируют внутрь жилого помещения и накапливаются в нём. А при дополнительном действии физических полей и излучений или просто при воздействии силового поля, они могут выделять окиси серы, нередко радон и

другие радиоактивные элементы [25]. Организм человека способен накапливать токсические вещества, поэтому только нормирование химического состава материала в жилых помещениях, недостаточно [26]. А ограничительных норм по количеству и размещению бытовых приборов на квадратный метр в совокупности с возможным излучением или другим негативным влиянием строительных материалов, которые могут влиять на человека — нет.

Выводы

- Действия различных физических полей и излучений, на живой организм, осложнено особенностями строительных материалов, которые используют в строительстве жилых помещений.
- Поддержание высоких экологических стандартов строительных материалов должно опираться не только на установленные законодательные и нормативные документы, но и учитывать воздействие искусственного созданного человеком среды обитания - техногенного воздействия (вторичное излучение).
- Факторы такого воздействия, например, электромагнитного поля на живой организм, зависят от свойств клеток, тканей, их химического состава и строения, от электромагнитных свойств всего живого организма, жилых и рабочих помещений.
- Широкий диапазон электромагнитных полей, которые действуют на человека в помещении, без учета особенностей распространения полей и их взаимодействия с современными строительными материалами может усиливать негативное влияние техногенных факторов.
- Разнообразии форм техногенного воздействия, неоднородность свойств ткани биологических объектов требует разработки методики систематизации, как самих воздействий, так и возможных последствий.

Заключение

Естественный электромагнитный фон человеческого организма подвержен влиянию внешних источников техногенного происхождения. Внутреннее электромагнитное поле человека изменится под действием внешнего электромагнитного воздействия. Такое воздействие претерпевает не только человек, но и составляющие помещений, что приводит к появлению вторичного излучения. В

современном мире основными критериями оценки строительных материалов являются уровни их экологической чистоты и экологической безопасности, но без учёта возможного дополнительного техногенного воздействия и вторичного излучения. Обеспечивать при нормируемых условиях комфортность проживания человека и минимизировать влияние техногенных воздействий — первостепенная задача экологии строительных материалов.

* * *

1. Бойко В. І. Взаємодія фізичних полів х біологічними об'єктами: навчальний посібник / В. І. Бойко, А. Т. Нельга. — Дніпродзержинськ: ДДТУ, 2003. — 267 с.

2. Гордиенко В. А. Физические поля и безопасность жизнедеятельности / В. А. Гордиенко. — М.: АСТ: Астрель: Профиздат, 2006. — 316 с.

3. Чуйко О. В. Фізика в живій природі / О. В. Чуйко. — Х.: Вид. група «Основа», 2005. — 96 с.

4. Залеський І. І. Екологія людини / І. І. Залеський, М. О. Клименко. — К.: ВЦ «Академія», 2005. — 271 с.

5. Заграй Я. М. Вплив фізичних і хімічних забруднювачів на еко-біосистеми / Я. М. Заграй, О. А. Котовенко, О. Ю. Мірошніченко. — К.: КНУБА, 2009. — 276 с.

6. ДСТУ Б В.2.7-18-95. Держ. стандарт України «Буд. матеріали. Бетони легкі. Загальні технічні умови» Держкоммістобудування України, — К., 1995.

7. ДСТУ Б.В.2.7-28-95. Держ. стандарт України «Буд. матеріали. Черепиця керамічна. Технічні умови». Видання офіційне. Державний Комітет України у справах містобудування і архітектури. — К., 1996.

8. ДСТУ Б В.2.7-32-95. Держ. стандарт України «Буд. матеріали. Пісок щільний природний для будівельних матеріалів, конструкцій і робіт. Технічні умови». Видання офіційне. Держкоммістобудування України. — К., 1996.

9. ДСТУ Б В.2.7-36-95. Держ. стандарт України «Буд. матеріали. Цегла та каміні стінові безцементні. Технічні умови». Видання офіційне. Держкоммістобудування України. — К., 1996.

10. ДСТУ Б В.2.7-23-95. Держ. стандарт України «Буд. матеріали. Розчини будівельні. Загальні технічні умови». Видання офіційне. Держкоммістобудування України. — К., 1996.

11. Закон України «Про будівельні норми». Відомості Верховної Ради України (ВВР), 2010, № 5, ст. 41.

Розділ 2. Основи природокористування та безпека життєдіяльності

12. Проект Закону України «Про внесення змін до статті 25 Закону України» «Про охорону навколишнього природного середовища».
13. Лазарович В. Г. Медична і біологічна фізика / В. Г. Лазарович. — Полтава. — ТОВ НВП «Укрпромторгсервіс», 2002. — 316 с.
14. Новак П. Электромагнитные поля в биологии и медицине: монография / П. Новак. — Днепропетровск: Пороги, 2004. — 392 с.
15. Симонов И. Н. Самосогласованные ионные системы: (Монография). / И. Н. Симонов, Я. М. Заграй. — К.: Вища шк., 1992. — 119 с.
16. Тиманюк В. А. Живой организм и электромагнитные поля: (Монография) / В. А. Тиманюк, Э. А. Ромоданова, Е. Н. Животова. — Х.: Изд-во НФаУ; Золотые страницы, 2004. — 260с.
17. Алексеенко В. А. Биосфера и жизнедеятельность / В. А. Алексеенко, Л. П. Алексеенко: Учебное пособие. — М.: Логос, 2002. — 212 с.
18. Симонов И.Н. Континуальная теория самосогласованных систем: монография / — К.: Издат.-полиграф. центр «Киевский университет», 2008. — 311 с.
19. Павлов А.Н. Воздействие электромагнитных излучений на жизнедеятельность / Учебное пособие. — М.: Гелиос АРВ, 2002. — 114 с.
20. Куклев Ю.И. Физическая экология / — М.: Высшая школа, 2001. — 323 с.
21. Челидзе Т.Л. Электрическая спектроскопия гетерогенных систем / Т.Л. Челидзе, А.И. Деревянко, О.Д. Куриленко. — К.: «Наук. думка», 1977. — 231 с.
22. Румянцева Е., ведущий эксперт-эколог Российского экол. союза, доктор хим. наук / Е. Румянцева. — М.: Строительная газета №, 30.01.2004
23. Князева В. П. Экология. Основы реставрации / В. П. Князева. — М., 2005. — 400 с.
24. Федеральный закон Российской Федерации «Об охране окружающей среды» от 10 января 2002 г. № 7-ФЗ.
25. Васильев С.А. Экологическая экспертиза: десять лет практики // Экологический вестник Москвы. — 1998 — № 9.
26. Гусев Б.В. Нормы предельно допустимых концентраций для стройматериалов жилищного строительства // Б. В. Гусев, В. М. Дементьев, И. И. Миротворцев; Стройматериалы, оборудование, технологии XXI века. — №5/99.

Отримано: 9.01.2011 р.