



Концепция создания комфортных электромагнитных условий в помещениях зданий и сооружений



Г.В. Ломаев

*д.т.н., проф.
кафедры «Приборы
и методы контроля
качества» ИжГТУ
им. М.Т. Калаш-
никова*



Ю.Г. Рябов

*к.т.н., старший
научный сотрудник
ООО «Зеленые
технологии»*



М.С. Емельянова

*аспирантка ИжГТУ
им. М.Т. Калаш-
никова*

В цивилизованной среде обитания человек круглые сутки подвергается воздействию неестественных электромагнитных факторов, которые вызывают дисфункции органов и систем.

Основными электромагнитными факторами дискомфорта являются:

- постоянные «заносы» в пространство среды обитания внешних природных явлений (циклоны, магнитные бури, грозы и др.);
- искажения, изменения поляризации и дефицит естественных факторов в помещениях зданий;

- индукции электромагнитных полей (ЭМП) от внешних и внутренних систем электроснабжения и технических средств;

- излучения от внешних и внутренних источников ЭМП в СВЧ-диапазоне (0,1 МГц... 40 ГГц).

Существенный вклад в структуру заболеваемости и смертности в РФ вносят воздействия ЭМП промышленной частоты (ПЧ) ввиду их распространенности, увеличения мощности источников и как следствие – повышение напряженности ЭМП ПЧ на рабочих местах, в быту и на транспорте. Динамика роста числа заболеваний, инвалидности, летальных исходов, гибели людей на пожарах за последние 30 лет соответствует динамике повышения энерговооруженности в промышленности и в быту [1].

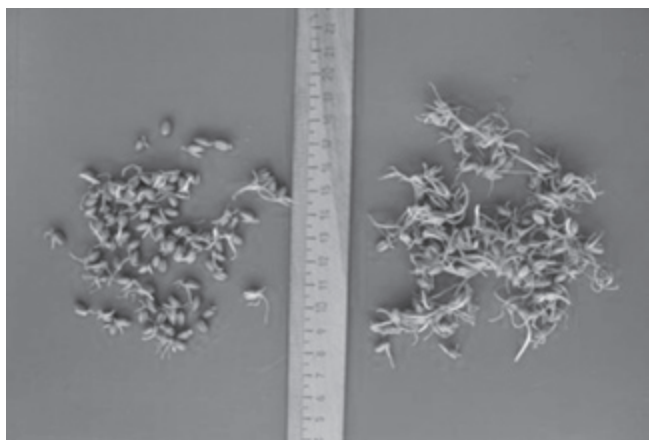
Миллионы людей в РФ на рабочих местах и в местах отдыха ежедневно находятся в таких несанкционированных, неконтролируемых, дискомфортных условиях воздействий ЭМП ПЧ, регламентированных нормами СанПиН и опасной системой электроснабжения РФ (гл. 7.1 и 7.2 ПУЭ, 7-е изд.). В жилых помещениях нормативными документами допускаются уровни ЭМП ПЧ 4 А/м и 500 В/м (СанПиН 2.1.2.2645–10). Однако еще в конце XIX в. Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ) предупреждала о нарастающей канцерогенной опасности воздействий на население индукций ПЧ и рекомендовала снижать уровни ЭМП ПЧ в жилой среде до 0,16 А/м (0,2 мкТл).

В конкурентных условиях зарубежные строители уже с 1994 г., возводя дома в России, применяют в зданиях систему заземления (электроснабжения) типа IT (с изолированной нейтралью). Такая система автоматически обеспечивает в офисных и жилых помещениях фон индукций ЭМП ПЧ менее 0,12 А/м и 10 В/м в соответствии с рекомендациями стандарта ТСО 91 (99) (Швеция), принятыми в развитых странах. При использовании системы электроснабжения IT практически на порядок снижается количество пожаров, электротравм, заболеваний людей по сравнению с системами TN-S или TN-C-S, регламентированными в РФ для ЖКХ [2]. По сравнению с помещениями, которые сооружают в РФ зарубежные строители, во всех жилых зданиях РФ уровни индукций ЭМП ПЧ завышены в 10...50 раз. Отечественные НД, декларируя «качество жизни», регламентируют критерии ЭМБ, а не комфортные электромагнитные условия (КЭУ).

В СанПиН, ПУЭ, СНиП и в требованиях электромагнитной совместимости (ЭМС) нормы электромагнитной безопасности (ЭМБ) регламентированы только для линейно поляризованных полей (ЛПП), индуцируемых элементами сетей однофазного электроснабжения.

Доказано, что для людей представляет опасность индукция вращающихся электрических и магнитных полей (ВЭП и ВМП) от трехфазных сетей ПЧ. Особую поражающую опасность для людей, животных и растительности представляют вращающиеся левосторонние поля. Доля индукций от трехфазных электроцепей в общей суперпозиции полей ПЧ в жилых и офисных помещениях 30 лет назад составляла 10...20%, а сегодня достигает 50...80% от общего уровня, но санитарных норм на индукции ВЭП и ВМП до сих пор нет [3]. Проведенные в лаборатории ИжГТУ опыты с растениями (рис. 1) наглядно показали негативное влияние на их онтогенез ВМП обратной последовательности (левосторонние) [4]. В Новосибирске были получены результаты негативного влияния ВЭП на животных и растения [5].

Санитарные показатели безопасности ВМП и ВЭП ПЧ до сих пор оценивают по нормам ЛПП как для общественных помещений (8 А/м и 500 В/м для 8 ч пребывания), так и в помещениях ЖКХ (4 А/м и 500 В/м для 24 ч пребывания, даже для детей).



а б

Рис. 1. Фото проросших семян ячменя во вращающемся магнитном поле 50 Гц: а – левостороннее, б – правостороннее

Уже много лет в сетях электроснабжения зданий и сооружений регистрируют уровни гармоник токов в диапазоне частот 50...2000 Гц. Такие искажения токов 50 Гц вызваны динамикой асимметрий нагрузок фаз электроснабжения в здании (нечетные гармоники) и массовым применением вторичных источников импульсного питания (ВИИП) и источников бесперебойного питания (ИБП) в качестве потребителей (телевизоры, компьюте-

ры, источники освещения, электроприборы, серверы, станки и т.д.). ВИИП генерируют в электросети токи гармоник от десятков килогерц до единиц мегагерц. Соответственно, фазные токи индуцируют в окружающее пространство ЭМП в тех же диапазонах частот.

По правилам СанПиН санитарные службы регистрируют поля индукций ПЧ только в узком диапазоне частот (50±2 Гц). Не принимается во внимание, что до 80% биологической вредности индукций ЭМП ПЧ, действующих сегодня на человека, составляют энергии гармоник, допустимые уровни которых должны снижаться пропорционально их частоте согласно «тепловым» критериям нагрева клетки, принятым в РФ, и рекомендациям зарубежных руководств.

Кроме того, на организм человека в городской среде постоянно воздействуют внешние излучения электромагнитных загрязнений, которые ВОЗ определила как одну из четырех главных составляющих загрязнений окружающей среды. Эти воздействия в диапазонах частот от 10 кГц до 40 ГГц, например, в Москве и С.-Петербурге превышают уровень фона ЭМП до тысячи раз. Жители верхних этажей зданий мегаполисов через окна «ощущают на себе» эти излучения [6, 7].

К электромагнитному загрязнению относятся и радиоизлучения СВЧ-диапазона. Они вызывают заболевания нервной, сердечнососудистой и дыхательной систем, изменяют показатели крови, обмена веществ. Длительные воздействия модулированных СВЧ-излучений часто являются причинами помутнения хрусталика глаза, нервно-психических заболеваний [8].

Еще одним электромагнитным фактором дискомфорта являются искажения геомагнитного и геоэлектрического полей (ГМП и ГЭП). Появляются опасные для живых организмов градиенты полей. Условия в среде таких помещений становятся дискомфортными для человека из-за отклонений (искажений) показателей ГМП и ГЭП от номинальных природных, к которым организм был до этого адаптирован. Физиологическим ответом организма на такие отклонения является снижение показателей жизнедеятельности, неадекватные действия и поведение. Наиболее чувствительными к искажениям естественных ГМП и ГЭП являются центральная нервная, сердечнососудистая, гормональная и репродуктивная системы организма [9, 10].

Допустимое снижение ГМП регламентировано СанПиН 2.1.8/2.2.4.2489-09 «Гипогеомагнитные (ГГМП) поля в производственных, жилых и общественных зданиях и сооружениях» и п. 6.4.1 СанПиН 2.1.2.2801-10 (Дополнение № 1 к СанПиН 2.1.2.2645-10).



Несмотря на то, что сегодня в каждой 3...4-й квартире имеются места, где ГМП ниже ПДУ, строители на всей территории России не контролируют показатель ГМП в помещениях возводимых зданий, мотивируя это разрешением Роспотребнадзора.

Проведенные нами исследования обнаружили угнетающее воздействие ослабленного магнитного поля Земли на развитие биосистем, в том числе на растения, насекомых и животных. В качестве примера мы приведем результаты эксперимента с эмбрионами *G.gallus* (рис. 2). В эксперименте онтогенез эмбрионов опытной группы (рис. 2б) проходил в условиях гипогомагнитного поля, контрольная группа находилась в естественном магнитном поле Земли (рис. 2а).



Рис. 2. Фото внешнего вида цыплят:
а – из контрольной группы (естественное поле Земли, 43,5 А/м); б – из опытной группы (ослабленное МП Земли, 4...10 А/м)

Комплексное воздействие различных магнитных полей недостаточно изучено. Биофизиками установлено, что на динамику онтогенеза биосистем очень сильно влияют комбинированные магнитные поля [11, 12]. Ослабленное магнитное поле Земли и определенный уровень низкочастотного переменного МП в пределах 30...100 Гц резко ускоряется динамика онтогенеза. Можно предположить, что угнетение биосистем в ослабленном магнитном поле Земли может быть скомпенсировано добавлением к ГМП переменных МП. Такое предположение является лишь гипотезой и требует серьезных исследований. Нами проведены опыты, которые в некоторой степени подтверждают высказанную гипотезу (рис. 3).

Угнетающее действие статического электричества (СЭ) достаточно подробно изучено, его величины регламентированы. В п. 7.2 СанПиН 2.1.2.2645–10 для помещений ЖКХ (для 24 часов пребывания) установлено, что уровень напряженности статического электричества (СЭ) не должен превышать ± 15 В/м. В открытом пространстве такая напряженность бывает во время грозы (в течение 0,5...1,2 ч), когда снижается работоспособность практически всех здоровых людей, а не только метеозависимых (их доля составляет до 80%

населения РФ). Человек испытывает дискомфорт, находясь в полях СЭ неблагоприятной полярности, когда по его телу (по закону Ома) протекает ток обратного направления – от ног к голове. Такая полярность не соответствует направлению вектора напряженности естественного ГЭП.

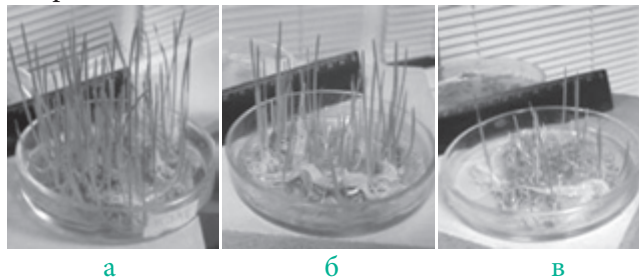


Рис. 3. Внешний вид ростков ячменя в опыте с комбинированными МП:
а – ВМП (правостороннее) в гипогомагнитном поле Земли (4...10 А/м); б – ВМП (правостороннее) и естественное поле Земли (43,5 А/м); в – естественное поле Земли (43,5 А/м)

Во всех СанПиН величину СЭ ± 15 кВ/м приводят без указания полярности напряженности поля, действующего на человека. Такой подход, проявленный разработчиками этих норм – учеными НИИ медицины труда РАМН, связан с отсутствием научно обоснованных критериев установления таких ПДУ.

Концептуальный подход к созданию комфортных условий

В понятие безопасности жизнедеятельности людей входят четыре характерных состояния взаимодействия в системе «человек – среда обитания»: комфортное (оптимальное), допустимое, опасное и чрезвычайно опасное. Наилучшие показатели работоспособности и отдыха достигаются при комфортном состоянии среды обитания и при рациональных режимах труда и отдыха. Комфорт – оптимальное сочетание параметров микроклимата, физических факторов, удобств, благоустроенности и уюта в зонах деятельности и отдыха человека. Такие понятия декларируют зарубежные нормативные документы для «зеленых технологий».

Сегодня в РФ состояние комфортных гигиенических условий (КГУ) жизненного пространства оценивают, например, показателями микроклимата и освещения рабочей зоны производственных помещений, соблюдая нормативные требования ГОСТ 12.1.005–88 «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны» и СНиП 23-05–95 «Естественное и искусственное освещение», а также показателями и критериями климатических и механических факторов в других НД. Среди показателей КГУ для рабочих мест и жилых помещений

отсутствуют показатели и критерии комфортных электромагнитных условий (КЭУ), без чего сегодня нельзя обеспечить людям качество жизни. В развитых странах показатели КГУ определяются промышленными стандартами, а во всех НД РФ требования и методы обеспечения КЭУ в помещениях зданий сведены к понятиям и нормам ЭМБ, приведенным в СанПиН, хотя нормы ЭМБ и требования КЭУ несовместимы по основным понятиям и принципам.

Понятия КГУ и КЭУ – системные и могут быть определены в НД для ЖКХ следующим образом: КГУ и КЭУ – это такое состояние среды обитания человека, когда при минимальных возмущениях в атмосфере внешние воздействующие факторы (ВВФ) – природные, техногенные и экологические – практически не нагружают его адаптационные системы (механизмы), а жизнедеятельность человека, физиологические показатели и реакции организма (психические, сенсорные, двигательные и др.) реализуются наилучшим образом [6].

В комфортных условиях человек совершает минимальные затраты энергии на поддержание жизнедеятельности организма, а напряжение систем адаптации минимизируется. Только в этом случае человек способен максимально эффективно выполнять свои функции, обеспечить наибольший диапазон регуляторных функций организма, противодействовать воздействию возмущений внешних факторов.

Действующие на человека ВВФ, показатели которых не соответствуют критериям комфортных условий, снижают физиологические и психические возможности его организма. Воздействия, не связанные с реакцией органов чувств, обнаруживают по напряжению адаптационных механизмов организма, иммунной системы и электрических показателей биологически активных точек тела.

Основным принципом выработки положений и критериев КЭУ являются показатели «хорошей погоды». Естественные показатели обеспечения жизнедеятельности человека – электромагнитные природные факторы: геомагнитное поле (ГМП), геоэлектрическое поле (ГЭП), аэроионные условия (АЭУ) окружающей воздушной среды. Сюда же можно отнести показатели природных факторов «хорошей погоды», к которым флора и фауна адаптированы естественно: волны Шумана (ВШ), вызванные грозовыми явлениями на планете, солнечные и космические излучения до частот 300 ГГц и др.

Физиологические показатели человека реализуются наилучшим образом при критериях «хорошей погоды» в окружающей среде в условиях спокойной (невозмущенной) геомагнитной обстановки, когда уровни техногенных факторов не превышают критерии показателей КЭУ и не вызывают напряжения в системах регуляции (адаптации) организма.

Комфортные электромагнитные условия

Исходя из принципа «хорошей погоды», приведем значения естественных ЭМП:

1. Геомагнитное поле должно быть равно естественному для данного региона с номинальным наклоном в плоскости С-Ю (в Ижевске 43,5 А/м, 73° соответственно). Допустимые отклонения 3,5 А/м, +15 А/м для помещения.

2. Геоэлектрическое поле составляет от –30 В/м до –230 В/м. Необходимо учитывать, что ГЭП имеет суточные вариации с минимумами 2:00 и 14:00 часов и максимумами 8:00 и 20:00 часов по московскому времени. Направление вектора ГЭП во всех случаях ортогонально к поверхности Земли.

3. Волны (резонанс) Шумана (ВШ), представляющие собой импульсы МП, имеют следующие параметры: частота (1...50) Гц; форма импульса двухэкспоненциальная; длительность переднего фронта (0,15...1,5) мкс; амплитуда (0,2...3,5) А/м.

4. Магнитные возмущения ГМП называются магнитными бурями. Во время магнитных бурь вспышки МП достигают 0,5 мТл.

5. Аэроионные условия при «хорошей погоде» обеспечиваются заданным соотношением отрицательных и положительных ионов: мин. $n+ > 400$; $n- > 400$; макс. $n+ < 5000$; $n- < 5000$. Соотношение ионов определяется коэффициентом униполярности: природное значение $K_y = 1,1 < n+/n- < 1,2$; санитарное $K_y = 0,4 < n+/n- < 1,0$; медицинское $K_y = 0,1 < n+/n- < 0,2$.

С большей тщательностью необходимо подойти к оценке уровней излучений техногенных источников, при этом обратить внимание на уровни излучений нижеперечисленных устройств.

1. Встроенные трансформаторные подстанции (ТП); групповые и распределительные сети (кабели) электроснабжения; распределительные силовые щиты; индукции ЭМП ПЧ от инженерного оборудования здания; заносы излучений: СВЧ от антенн связи, телекоммуникаций, устройств *Wi-Fi*, телефонов, вторичных источников импульсного питания (ВИИП), печей СВЧ; искажения ГМП и ГЭП за счет экранирования металлоконструкциями здания; статическое электричество строительных материалов, полов, стен и др.

1.1. Индукции составляющих электромагнитных полей (ЭМП) промышленной частоты (ПЧ) 50 Гц и их гармоники в диапазоне 0,1...2000 Гц.

1.1.1. Линейно поляризованные поля (ЛПП) от однофазных линий электропитания и распределительных щитов:

- электрическое поле (ЭП). $E \leq 10$ В/м в диапазоне 5...2000 Гц;



- магнитное поле (МП). $H \leq 0,2$ А/м в диапазоне 5...2000 Гц.

1.1.2. Индукции вращающихся ЭМП (ВЭМП) от оборудования трансформаторных подстанций (ТП), инженерного оборудования и трехфазных линий электроснабжения:

- эллиптически поляризованное поле ЭПП; 9ЭПП + ЛПП = суперпозиция ВЭМП (СВЭМП);

- ЛПП – частный случай ВЭМП; ЭПП – частный случай СВЭМП.

1.1.3. Вращающееся электрическое поле (ВЭП) – правостороннее (ПС) и левостороннее (ЛС).

1.1.4. Вращающееся магнитное поле (ВМП) – правостороннее (ПС) и левостороннее (ЛС).

1.2. Источники: непрерывные излучения ЭМП в диапазонах от 10 (30) кГц до 3,0 ГГц с различными видами модуляций.

1.3. Излучения от источников: непрерывные и редко повторяющиеся электромагнитные импульсы (ЭМИ) миллисекундного, микросекундного, наносекундного и пикосекундного диапазонов длительностей.

1.4. Искажения природных полей: гипогеомагнитное поле (ГМП) и сниженное геоэлектрическое поле в экранированных и неэкранированных помещениях (дефицит ГМП и ГЭП); градиент и угол наклона. Недопустимо изменение поляризации векторов ГМП и ГЭП.

1.5. Источники, инициирующие СЭ в условиях помещений, – показатели и критерии: напряженность $|E| < (1...2)$ кВ/м; время утечки наведенных зарядов $t < (1...2)$ с в условиях относительной влажности от 30 до 60% и температуры 18...25 °С. Комфортные условия – направление вектора напряженности только сверху вниз. Направление вектора снизу вверх – дискомфортные условия.

Заключение

Электромагнитные загрязнения окружающей среды, рабочих мест и жилых помещений зданий и сооружений в РФ вызывают негативные последствия для людей и технических средств (ТС) инфраструктуры. Причина – консервативная система НД СанПиН, показатели и критерии которой немотивированно и необоснованно компилированы в энергетические, строительные, оборонные и другие стандарты РФ. В результате рабочие места, жилые помещения, транспортные средства, произведенные в РФ, не могут конкурировать с зарубежными из-за отсутствия комфортных условий, определяющих и безопасность, и качество жизни людей в урбанизированной среде.

Только введение компенсации искажений природных показателей ГМП и ГЭП, обеспечение комфорт-

ных условий в кабинах, вагонах, на рабочих местах операторов, персонала ответственных профессий позволят снизить количество аварий и нештатных ситуаций, вызванных «человеческим фактором», повысить конкуренцию продукции, произведенной в РФ, что особенно важно для оборонных объектов и ТС.

Концепция создания КЭУ на рабочих местах и в жилых помещениях с использованием критериев «хорошей погоды» является оптимальной для систем организма человека и совместимости с ТС. Многие технические решения обеспечения КЭУ по приведенным показателям и критериям проверены, доступны в исполнении, малозатратны и могут быть использованы при разработке программ модернизации системы ЖКХ, разработке комплекса мероприятий для «зеленых домов» (проведении НИОКР, разработки НД, средств контроля и т.п.).

Считаем, что внедрение показателей и критериев КЭУ в промышленные, строительные, оборонные и другие стандарты позволит:

1. Снизить количество пострадавших людей, риски взрывов, пожаров, аварийных, деструктивных ситуаций в системе ЖКХ, вызванных энергетическими и электромагнитными факторами (ЭЭФ), инициированными природными явлениями, «человеческим фактором», отказами ТС, преднамеренными воздействиями и т.п.

2. Обеспечить в среде помещений ЖКХ комфортные условия, соответствующие показателям и критериям ЭЭФ, чтобы снизить возможность нарушения здоровья людей, сохранить их жизнедеятельность, повысить качество жизни.

3. Снизить материальный ущерб от воздействий ЭЭФ в системе ЖКХ. Внедрение КЭУ в помещениях «зеленых домов» и ЖКХ позволит снизить материальный ущерб и сохранить здоровье людей.

Успеху во внедрении системы КЭУ на практике содействовало бы проведение НИОКР по разработке:

- требований к показателям и критериям безопасных и комфортных электромагнитных условий: природным факторам «хорошей погоды» и техногенным ЭЭФ с условиями обеспечения требований ЭМС и безопасности от ожидаемых воздействий ПС ЭМВ (по ГОСТ Р 52863–2007), ЭМИ и др.;

- комплексных методов контроля, средств измерений, регистрации; метрологических средств, предназначенных для обеспечения тестирования показателей ЭЭМБ и КЭУ;

- индивидуальных регистраторов-индикаторов (ИРИ), предназначенных для потенциального оперативного диагностического контроля самим исполнителем показателей гигиенических факторов комфортных условий (в том числе показателей ЭЭМБ и КЭУ) на этапах строительства и эксплуатации зданий;

- эффективных электромагнитных экранов для защиты помещений «зеленых домов» и ЖКХ от индукций вращающихся магнитных полей ПЧ встроенных в здание силового оборудования, оборудования ТП, токовых шин и кабелей;

- эффективных методов компенсации искажений геомагнитного поля в помещениях «зеленых домов» и ЖКХ;

- эффективных методов компенсации искажений геоэлектрического поля в помещениях «зеленых домов» и ЖКХ;

- нормативных документов (требования и методы контроля) обеспечения ЭЭМБ и создания КЭУ в помещениях «зеленых домов» и ЖКХ.

Также для внедрения системы КЭУ необходимо создание на федеральном уровне группы специалистов, способных обеспечить координацию и разработку исходных данных новых технических решений для «зеленых технологий», включая объединение требований существующих разрозненных электромагнитных направлений: энергетики, ЭМС, ЭМБ, экологии, ЭМИ, ПС ЭМБ и зарубежного опыта.

Представленная концепция разработана по результатам многолетних работ по контролю и обеспечению ЭМБ, созданию комфортных гигиенических условий и КЭУ в Москве, Ижевске и в других городах и сельских поселениях РФ.

Публикуя данный материал, авторы надеются получить отклики специалистов. Особенно мы заинтересованы в комментариях работников органов санитарного надзора, инспекции электро-связи и служб охраны труда, на которые возложен контроль за уровнями электромагнитной безопасности. Результаты работ опубликованы более чем в 40 статьях, приведены в материалах 12 отраслевых стандартов и 20 патентах и авторских свидетельствах [13, 14, 15, 16 и др.].

Литература

1. Рябов Ю.Г., Яковлев, Г.Н., Ломаев Г.В., Яшин А.А., Билецкий С.Э. Погода в доме // Охрана труда и социальное страхование. 2014. № 4. С. 65–75.

2. Рябов Ю.Г., Ломаев Г.В., Кулешова Д.С. Концепция восстановления геомагнитного поля в экранированных объектах // Технологии ЭМС. –2010. – № 4(35). – С. 35–43.

3. Рябов Ю.Г., Салихов З.С., Шологин О.Н., Билецкий С.Э. О нормах электромагнитной безопасности // Охрана труда и социальное страхование. 2006. № 7. С. 26–31.

4. Учебно-исследовательская лаборатория электромагнитной экологии / Г.В. Ломаев,

Н.В. Козловская, Ю.Б. Камалова, М.С. Емельянова, М.В. Якимов // Сборник статей IX Междунар. симпозиума по электромагнитной совместимости и электромагнитной экологии. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2011. – С. 606–609.

5. Белкин А.Д. Структурно-функциональные изменения в организме при воздействии техногенных вращающихся и переменных электрических полей и механизмы их возникновения : дис. на соискание степени д-ра биол. наук. – Новосибирск, 1999.

6. Рябов Ю.Г., Билецкий С.Э. Электромагнитная опасность и ее влияние на нашу жизнь // Экологические нормы, правила, информация. – 2010. – № 4. – С. 26–30.

7. Рябов Ю.Г., Ермаков К.В., Билецкий С.Э. Обеспечение комфортных условий на рабочих местах по фактору электрического поля // 1-я Междунар. науч.-прак. конф. «Актуальные проблемы и перспективы развития радиотехнических и инфокоммуникационных систем» : сб. науч. тр. – М., 2013. – Ч. 2. – С. 138–144.

8. Ломаев Г.В., Рябов Ю.Г., Каримова Г.В. Экология электромагнитных неионизирующих излучений: медико-биологические, нормативные и технические аспекты. – Ижевск: Изд-во ИжГТУ, 2007. – 172 с.

9. Рябов Ю.Г., Ломаев Г.В., Емельянова М.С. Фактор геомагнитного поля в железобетонных сооружениях // Интеллектуальные системы в производстве. – 2013. – № 2(22). – С. 181–184.

10. Ломаев Г.В., Емельянова М.С. Влияние вариаций магнитного поля Земли на эмбриональное развитие *G. Gallus* // Интеллектуальные системы в производстве. – 2014. – № 1(23). – С. 127–131.

11. Леднев В.В. Биологические эффекты крайне слабых магнитных полей: идентификация первичных мишеней // Сб. статей. – Объединенный ин-т физики Земли им. О.Ю. Шмидта, 2003. – С. 130–136.

12. Белова Н.А., Леднев В.В. Влияние крайне слабых переменных магнитных полей на гравитропизм растений // Биофизика. – 2001. – Т. 46, № 1. – С. 122–125.

13. Рябов Ю.Г., Энговатов В.И., Билецкий С.Э. Концепция потенциальной энергетической и электромагнитной безопасности (ЭЭМБ) // Энергобезопасность и энергосбережение. – 2008. – № 1.

14. Electromagnetic Fields and Public Health. Extremely Low Frequency Fields and Cancer. Fast Shee no.263 (информационный листок) – Geneva : WHO, 2010.

15. Многослойный электромагнитный экран. МПК НО1Q 17/00 / Ю.Г. Рябов, И.Б. Гуров. – Заявка: № 2009105778 от 19.02.2009 г., Россия.

16. Способ определения магнитного поля / Г.В. Ломаев, С.К. Водеников. – Заявка № 2009117723 от 13.05.2009 г., Россия.