

**Электромагнитная  
безопасность.  
Проблемы и пути решения**



САРАТОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ ФОНД РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН  
РОССИЙСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ КОМИТЕТ ПО ЗАЩИТЕ ОТ  
НЕИОНИЗИРУЮЩИХ ИЗЛУЧЕНИЙ

## **Электромагнитная безопасность. Проблемы и пути решения**

Материалы научно-практической конференции  
28-30 августа 2000 года

Саратов

ИЗДАТЕЛЬСТВО САРАТОВСКОГО ГОСУНИВЕРСИТЕТА  
2000

УДК  
ББК

**Электромагнитная безопасность. Проблемы и пути решения:** материалы научно-практической конференции. - Саратов: Изд-во Саратов. ун-та, 2000. - с.: ISBN

В сборнике представлены результаты современных исследований по оценке риска воздействия ЭМП на здоровье человека и окружающую природную среду; организации мониторинга ЭМП при многочастотном и многофакторном воздействии; совершенствованию нормативно-правовой базы регулирования воздействия электромагнитного излучения; вопросам введения экономических механизмов регулирования воздействия физических факторов загрязнения, передвижных источников загрязнения атмосферного воздуха, переходу от экологических платежей к экологическому налогу

Для специалистов в области естествознания, сотрудников государственных учреждений по охране окружающей среды и природных ресурсов, медицинских работников.

Рекомендуют к печати:

Кафедра морфологии и экологии животных биологического факультета  
Саратовского государственного университета;  
Центр электромагнитной безопасности г.Москва.

Редакционная коллегия:

А.Ю.Сомов (отв. ред.), Г.В.Шляхтин, О.А. Григорьев, Ю.А.Малинина  
(отв. секр.), Е.Н.Кувшинов, А.Н.Маликов, В.В.Наташкин, Б.Н.Климов,  
Д.А.Усанов, В.Н.Чупис, В.П.Бецан

УДК  
ББК

ISBN

© Саратовский государственный  
университет, 2000

**ОЦЕНКА РИСКА ВОЗДЕЙСТВИЯ  
ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ  
(современное состояние проблемы)**

**ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ  
СРЕДЫ КАК ФАКТОР ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ЧЕЛОВЕКА И  
БИОЭКОСИСТЕМЫ**

*Ю.Г.Григорьев*

ГНЦ РФ - Институт биофизики, г.Москва

## 1. Актуальность проблемы электромагнитного загрязнения окружающей среды



За последние 50 лет возник и сформировался новый неблагоприятный значимый фактор окружающей среды - электромагнитные поля антропогенного происхождения. В результате суммарная напряженность электромагнитного поля (ЭМП) в различных точках земной поверхности увеличилась по сравнению с естественным фоном в 100-10000 раз. Особенно резко она возросла вблизи ЛЭП, радио- и телестанций, средств радиолокации и радиосвязи, различных энергетических и энергоемких установок, городского электротранспорта, мобильных средств информации. В масштабах эволюционного прогресса этот колоссальный рост напряженности ЭМП можно рассматривать как *одномоментный скачек со сложно предсказуемыми биологическими последствиями.*

В последние годы в научной и публицистической литературе появились термины, которые, следует признать, отражают реальную ситуацию: "магнитная паутина", "электромагнитный смог", а Всемирной Организацией Здравоохранения введен термин "электромагнитное загрязнение среды", что отражает новые экологические условия, сложившиеся на Земле в плане воздействия ЭМП на человека и все элементы биосферы.

Организм человека осуществляет свою деятельность путем ряда сложных процессов и механизмов в том числе и с использованием внутри- и внеклеточной электромагнитной информации и соответствующей биоэлектрической регуляции. В этой связи, техногенная электромагнитная среда обитания фактически может рассматриваться как *источник помех в отношении жизнедеятельности человека и биоэкосистем, возникает проблема биоэлектромагнитной совместимости (БЭМС).*

## 2. Источники электромагнитного загрязнения окружающей среды

Электромагнитные поля техногенного происхождения чрезвычайно широко распространены в среде обитания человека.

Источники электромагнитных полей техногенного происхождения включают:

*системы производства, передачи, распределения и потребления электроэнергии:* линии электропередач, трансформаторные подстанции, электростанции, системы электропроводки, кабельные системы и т.д.;

*транспорт на электроприводе:* железнодорожный транспорт и его инфраструктура, городской - метро, троллейбусы, трамваи;



*функциональные передатчики:* радиостанции, телевизионные передатчики, системы мобильной радиосвязи, спутниковая связь, радиорелейной связь, радиолокационные станции и т.п.;

*технологическое оборудование* различного назначения, использующее сверхвысокочастотное излучение, переменные и импульсные магнитные поля; медицинские терапевтические и диагностические установки, средства визуального отображения информации на электронно-лучевых трубках (мониторы компьютеров, телевизоры и т.п.), промышленное оборудование на электропитании; электробытовые приборы.

Перечень источников свидетельствует о том, что воздействию ЭМП от различных источников постоянно подвергается практически все население России.

### 3. Биологическое действие ЭМП

Экспериментальные данные как отечественных, так и зарубежных исследователей свидетельствуют о высокой биологической активности ЭМП во всех частотных диапазонах. При относительно высоких уровнях мощности облучающего ЭМП современная теория признает тепловой механизм воздействия. При относительно низком уровне ЭМП принято говорить об информационном характере воздействия на организм, либо другие механизмы обуславливают взаимодействие ЭМП с живой клеткой, с биосистемой.

**3.1. Влияние ЭМП на биоэкосистемы.** Результаты исследования действия ЭМП на насекомых свидетельствует о том, что этот фактор может вызывать изменения в поведении, действуя на уровни информационных отношений между особями, может оказывать чисто физическое действие в силу особенностей строения тела и жизнедеятельности насекомых; может также оказывать на некоторые физиологические характеристики (обмен веществ, рост и развитие). Возможно также некоторое действие ЭМП на генетическом уровне.

Как слабые, так и сильные ЭМП оказывают достаточно выраженное влияние на морфологические, физиологические, биохимические и биофизические характеристики многих **растений**. Влияют на рост, развитие и размножение растительных объектов. Что касается истинно генетических последствий, то однозначного ответа на этот вопрос пока нет.

Подавляющее большинство исследований обнаруживает высокую чувствительность различных **микроорганизмов** к достаточно слабым полям. Однако наличие эффектов, направление изменений, их величина, как правило, не связаны или весьма слабо связаны с параметрами действующих ЭМП.

**3.2. Влияние ЭМП на человека.** Многочисленные исследования в области биологического действия ЭМП позволяют определить наиболее

чувствительные системы организма человека: **нервную, иммунную и эндокринную**. Эти системы являются критическими для здоровья и должны обязательно учитываться при оценке риска воздействия ЭМП на население.

Биологический эффект ЭМП в условиях длительного многолетнего воздействия накапливается, в результате возможны отдаленные последствия: дегенеративные процессы центральной нервной системы, рак крови (лейкозы), опухоли мозга, гормональные заболевания, а также дегенеративные заболевания (болезни Альцгеймера, Паркинсона, боковой атрофический склероз).

Особо опасны ЭМП для детей, беременных (эмбрион), людей с заболеваниями центральной нервной, гормональной, сердечно-сосудистой систем, аллергиков, людей с ослабленным иммунитетом.

#### **4. Параметры ЭМП, влияющие на биологическую реакцию**

Варианты воздействия ЭМП на биосистемы, включая человека, разнообразны: непрерывное и прерывистое, общее и местное, комбинированное от нескольких источников и сочетанное с другими неблагоприятными факторами среды и т.д.

На биологическую реакцию влияют следующие параметры ЭМП:

- интенсивность (величина);
- частота излучения;
- продолжительность облучения;
- модуляция сигнала;
- сочетание частот;
- периодичность действия.

**Сочетание вышеперечисленных параметров может давать существенно разные последствия для реакции облучаемого биологического объекта.**

#### **5. Комбинированное действие ЭМП и других факторов**

Имеющиеся результаты свидетельствуют о возможной модификации биоэффектов ЭМП как тепловой, так и нетепловой интенсивности под влиянием ряда факторов как физической, так и химической природы. Условия комбинированного действия ЭМП и других факторов позволили выявить значительное влияние ЭМП сверхмалых интенсивностей на реакцию организма, а при некоторых сочетаниях может развиваться ярко выраженная патологическая реакция.

*На основании вышесказанного справедливо отметить, что ситуация облучения электромагнитным полем является специфической как в плане механизмов воздействия и возможных биологических реакций, так и в плане накопления и увеличения среднего уровня ЭМП в окружающей среде, сопряженного с непрерывным усложнением его структуры. А следовательно этот вид воздействия принципиально*





## Электромагнитная безопасность. Проблемы и пути решения

*отличается от иных факторов физической и химической природы техногенного происхождения.*

### **6. Мероприятия по защите человека от ЭМП**

Электромагнитная безопасность экосистем предполагает состояние защищенности их, а также настоящего и будущего поколений людей от вредного для их здоровья воздействия электромагнитного поля.

В настоящее время государственный контроль за состоянием ЭМ обстановки как опасного биологического фактора осуществляется Департаментом Госсанэпиднадзора МЗ РФ. При введении излучающего ЭМП объекта в местах пребывания человека осуществляется контроль соответствия **величины** электромагнитного поля предельно-допустимому уровню (ПДУ) в соответствующем частотном диапазоне. Последующий контроль производится периодически (период от года до 5 лет), при изменении технических параметров объекта или при поступлении жалоб. Измерения осуществляются аккредитованными лабораториями (могут не входить в систему Минздрава). В случае выявления несоответствия существующей электромагнитной обстановки значениям ПДУ к администрации организации-загрязнителя могут быть применены штрафные санкции.

Разрабатываются и внедряются индивидуальные методы защиты

### **7. Международные программы по оценке опасности ЭМП**

В настоящее время действуют две крупные международные программы по проблеме влияния ЭМП на человека.

Программа Всемирной организации здравоохранения "Электромагнитное поле и здоровье человека" (1996-2005) проводится с участием 32 стран. Проект не предусматривает проведения специальных исследований, а только обобщение результатов и координацию, выполняемых ранее работ.

Международный проект в рамках Программы научной кооперации Европейского экономического сообщества COST 244bis (1993-2003). Участвует 17 Европейских стран.

Во многих развитых странах мира созданы Национальные комитеты по защите населения от неионизирующих излучений - США, Великобритании, Германии, Италии, Швеции и других странах. Эти комитеты координируют свою деятельность с Международной комиссией по радиационной защите населения от неионизирующей радиации (ICNIRP).

В ряде стран имеются долгосрочные национальные программы по обеспечению безопасности от электромагнитного поля для экосистем и человека (США, Швеция, Финляндия, Франция, Великобритания, Австралия, Япония, Германия, Италия, Дания, Канада). Так, в США имеется Национальная программа исследований электрических и магнитных полей и распространения общественной информации (EMF

*RAPID*). В рамках этой программы изучаются, в частности, отдаленные последствия у населения, имеющих контакт с электромагнитными полями (в том числе с тяжелыми нейротрофическими заболеваниями). Важный аспект программы - активная пропаганда среди населения результатов исследований и воспитание грамотного отношения к проблеме биологического действия электромагнитных полей. Программа финансируется Правительством и фирмами - на 1998 год было выделено около 23,5 млн. долларов.

Конгрессом США в соответствии с Актом об энергетической политике был организован Национальный Консультативный Комитет по электрическим и магнитным полям Конгресса США (NEMFAC). Совет сотрудничает с Министерством Энергетики и Дирекцией Национального Института Окружающей Среды и Здоровья в рамках программы EMF *RAPID*. Члены Комитета представляют все группы общества, связанные с проблемой биологического действия электромагнитных полей - население, профессионалы, правительство, промышленность и научные общества. Этот Комитет координирует также и работы по изучению влияния магнитного поля промышленной частоты на здоровье с бюджетом в 65 млн. амер. долларов на 1998 - 2001 г.

По данным ВОЗ, проблема безопасности населения от ЭМП обходится экономике США около 1 миллиарда долларов ежегодно.

## **8. Современное состояние проблемы контроля и борьбы с электромагнитным загрязнением окружающей среды в России**

К настоящему времени, вопреки решениям Комитета по экологии Государственной Думы и Межведомственной комиссии по экологической безопасности СБ РФ, до сих пор система управления этим фактором фактически полностью отсутствует, не решены следующие проблемы:

- Отсутствует правовая база, регулирующая правовые, экономические и организационные аспекты защиты населения и экосистем от неионизирующего электромагнитного излучения.
- Нет межведомственной координации работ по различным аспектам защиты от неионизирующих излучений. Только в 1998 году для научной и научно-практической координации работ в области обеспечения безопасности населения в условиях облучения ЭМП в структуре РНКРЗ на правах подкомитета создан Российский национальный комитет по защите от неионизирующих излучений, работающий на общественных началах и не имеющих права межведомственной координации работ.
- Нет общедоступной информационной базы данных по научным, техническим и другим вопросам, включая состояние электромагнитной обстановки.





## Электромагнитная безопасность. Проблемы и пути решения

- Отсутствуют санитарно-гигиенические нормы на ряд ситуаций облучения, действующие санитарные нормы не всегда учитывают современные научные знания (например, не учитывают модуляцию при установлении предельно-допустимого уровня). Из-за отсутствия финансирования резко сокращено число и качество научно-исследовательских работ в области санитарно-гигиенического нормирования электромагнитных полей.
- Недостаток финансирования приводит к деградации научно-исследовательских комплексов и дисквалификации персонала.
- Отсутствует реестр источников электромагнитных полей как на местном, так и на Федеральном уровне. Отсутствуют карты распределения электромагнитных полей для всего частотного диапазона по территориям и графики их суточного и сезонного изменения. Не внедряется система мониторинга ЭМП, а имеющиеся данные локальные и разрозненные, не являются общедоступными.
- Отсутствует государственная координация работ в области обеспечения электромагнитной безопасности с международными программами, в том числе с программами ВОЗ, ЕЭС и национальными программами других стран.
- Не разработаны методы расчета экономических оценок последствий воздействия электромагнитного загрязнения окружающей среды на здоровье человека и экосистемы. Не разработан порядок расчета экономических оценок вредных нагрузок от загрязнения окружающей среды неионизирующими электромагнитными излучениями для использования указанных оценок при разработке планов специализированных мероприятий по защите (реконструкция, вывод за пределы населенных мест, использование технических защитных мероприятий в жилой зоне и т.п.).

Не разработан порядок использования экономических оценок вредных нагрузок от загрязнения окружающей среды неионизирующими электромагнитными излучениями при аранжировке предполагаемых мероприятий по их эколого-экономической эффективности.

- Не разработан порядок экспертизы проектов, влияющих на уровень нагрузок на население и экосистему от загрязнения окружающей среды неионизирующими электромагнитными излучениями.
- Отсутствует система государственных стандартов в области обеспечения электромагнитной безопасности, включая принципы, метрологического обеспечения, методического обеспечения

сертификации и испытаний источников ЭМП, а также средств и методов защиты.

## Оценка риска воздействия ЭМП



- Отсутствует координация работ в области лечебного применения ЭМП, не разработаны жесткие критерии безопасности лечебного применения ЭМП, в том числе сложно модулированного.
- Практически отсутствует система подготовки специалистов, не разработаны соответствующие разделы курсов для высших и средних специальных учебных заведений.

### 9. Социальный срез проблемы

ЭМП, как фактор окружающей среды, может рассматриваться с двух позиций: биологической вредности и социальной полезности.

Под биологической вредностью ЭМП в данном случае понимается тот уровень электромагнитного загрязнения окружающей среды, который, исходя из наблюдаемых биологических эффектов и результатов ряда медицинских наблюдений, определяется вредным.

Понятие полезности использования источников ЭМП несет социальный смысл, т.к. при этом должна быть оценена экономическая выгода их использования с учетом возможности нанесения вреда человеку. В противоположном случае пришлось бы отказаться от радиовещания, телевидения, радиолокации, компьютеров, мобильной связи, высоковольтных линий электропередачи и т.д. Возникает проблема рисков.

К важным социальным аспектам относится экологическая грамотность населения: отсутствующая система широкого просвещения населения, зачастую приводит, с одной стороны, к случаями радиофобии, с другой - к несоблюдению элементарных правил безопасности. Недостаток научно-обоснованной информации приводит к неоправданным спекуляциям в прессе и использованию проблемы в нечистоплотных целях.

Готовящийся в настоящее время меморандум ВОЗ обращает внимание руководителей на необходимость проведения предупредительных мероприятий по защите населения от ЭМП.

*Анализ существующего положения с электромагнитным загрязнением окружающей среды позволяет заключить, что проблема защиты населения России от ЭМП приобретает национальный уровень.*

## ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ И АНАЛИЗ ЭКОЛОГИЧЕСКИ ОБУСЛОВЛЕННОЙ ПАТОЛОГИИ В ОТДЕЛЬНЫХ РАЙОНАХ ГОРОДА САРАТОВА



А.Н.Данилов, А.Д.Трубецков\*

Центр госсанэпиднадзора в Саратовской области

\*Саратовский государственный медицинский университет, г.Саратов

В оценке риска развития экологически обусловленной патологии важным фактором является выделение наиболее неблагоприятных с гигиенической точки зрения районов и объектов, с дальнейшим детальным изучением состояния здоровья в популяции. Особенно сказанное касается электромагнитной безопасности, которую следует признать одной из наиболее актуальных проблем крупных городов. Одновременно, в отношении электромагнитных воздействий, как и ионизирующей радиации, других факторов, воздействие которых не ощущается на уровне органов чувств, может иметь место излишняя обеспокоенность населения. Так, бытовое сознание довольно часто формирует общественное мнение об источниках электромагнитного излучения (ЭМИ), приводящее к состоянию, близкому к понятию «радиофобии». Это может влиять на развитие соматической патологии не меньше, чем собственно физическое воздействие. Таким образом, клиническому обследованию должен предшествовать анализ результатов инструментальных и лабораторных измерений, прежде всего в районах наибольшей «экологической обеспокоенности» населения.

В связи с этим, специалистами Центра госсанэпиднадзора в Саратовской области подвергнуты анализу результаты измерений уровней ЭМИ радиочастотного диапазона в поселках Юбилейный и Новосоколовогорский (источник – обзорный радиолокатор); в районе проживания технического персонала радиотелевизионной передающей станции (РТПС).

Изучение патологического влияния ЭМИ на здоровье населения позволяет сделать вывод о высоком уровне общесоматической заболеваемости среди взрослого населения вышеуказанных районов в сравнении с заболеваемостью в «благополучных» районах города.

Данные исследования позволяют оценить степень влияния неионизирующего излучения на здоровье населения, выявить изменения и составить прогноз в состоянии здоровья, разработать комплекс мероприятий по защите от вредного воздействия факторов среды обитания.

**К ВОПРОСУ О БИОЛОГИЧЕСКОМ ДЕЙСТВИИ  
ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ИЗЛУЧЕНИЙ**

Л.Г.Додина



В последнее десятилетие влиянию антропогенных факторов химической природы на окружающую среду и здоровье населения уделяется достаточно много внимания, тогда как по выявлению зависимости параметров здоровья от влияния физических факторов исследований явно недостаточно. В то же время в структуре комплексной антропогенной нагрузке значительно возросла роль электромагнитных излучений. Поэтому исследователи стали значительно чаще обращаться к изучению роли этого физического фактора в процессе формирования ряда заболеваний.

Большое внимание, уделяемое проблеме вредности электромагнитных полей (ЭМП), обусловлено тем, что электрические и магнитные поля, постоянные или переменные различных частот окружают нас повсюду - на производстве, на улице, в транспорте, дома. Электромагнитные источники (ЭМИ) используются в лечебных учреждениях в терапевтических целях. Часто этот физический фактор называют электросмогом, а иногда частотным салатом из-за обилия одновременно действующих на человека различных ЭМП. Число источников ЭМП растет. Поэтому важно знать их возможное вредное влияние на человека.

Впервые синдром радиоволновой болезни был описан в 60-х годах учеными научно-исследовательского института медицины труда РАМН. Среди ученых до сих пор нет единого мнения о вредности для человека ЭМП. Ряд проведенных клинических наблюдений и экспериментальные исследования позволили накопить достаточно достоверные данные о том, что ЭМИ обладают вредным воздействием на органы слуха и зрения, эндокринные органы, центральную нервную систему, ухудшают память, вызывают развитие доброкачественных новообразований, нарушения детородной функции, оказывают неблагоприятное влияние на потомство. Есть сведения и о том, что работники профессий связанных с воздействием на них ЭМП чаще умирают от рака, чем прочее население. В некоторых публикациях указывается на вред для здоровья человека микроволновых излучений распространяемых радарными установками и установками радиорелейной связи. Подобные излучения вызывают нарушения нервной системы, способствуют росту психических и раковых заболеваний.

В Белорусском санитарно-гигиеническом НИИ установлено, что у пользователей мобильных сотовых радиотелефонов наиболее интенсивному тепловому воздействию подвергается голова в зоне расположения антенны радиотелефона. Воздействие СВЧ-излучения радиотелефона приводит к достоверным изменениям физиологических



## Электромагнитная безопасность. Проблемы и пути решения

показателей центральной нервной и сердечно-сосудистой системы и температуры.

Учитывая изложенные факты необходимо правильно взвешивать степень риска и пользы от применения излучающих установок. Однако, в любом случае в отношении электромагнитных установок необходима бдительность.

Отсутствие четкой дозоэффективной зависимости позволяет предположить, что ЭМП скорее всего не являются инициаторами раковых заболеваний. Но, в то же время, они могут оказывать неблагоприятное влияние на здоровье населения. В эколого-гигиеническом отношении они исследованы пока недостаточно и заслуживают дальнейшего изучения.

### МОДЕЛИРОВАНИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ ВЫСОКОВОЛЬТНЫХ ЛИНИИ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧ НА ГИДРОБИОЛОГИЧЕСКИЕ ОБЪЕКТЫ

Дувинг В.Г., Малинина Ю.А., Воеводин В.И.

Саратовский госуниверситет, г.Саратов

В настоящее время проблема электромагнитного загрязнения окружающей среды приобретает все большее значение. Однако, если изучение влияния ЭМИ на наземные экосистемы проводятся довольно широко, то исследования воздействия ЭМП на гидрофауну малочисленны.

Исследование воздействия ЭМП высоковольтных линий электропередач (ЛЭП) на биологические объекты эффективнее проводить не в естественных условиях непосредственно у ЛЭП, а в лабораторных, так как для проведения таких исследований требуется весьма длительное время. Лабораторные исследования обеспечивают следующие преимущества - возможность постоянного контроля исследуемого объекта, не зависящих от времени года и метеорологических условий, отсутствие необходимости поездок к исследуемому объекту у линии электропередачи, и, следовательно, экономия материальных средств за счет уменьшения транспортных расходов.

Для моделирования воздействия электромагнитного поля высоковольтной ЛЭП на биологические объекты в лабораторных условиях было разработано устройство, обеспечивающее напряженность электрического и магнитного полей на исследуемом биообъекте, соответствующие по величине полям, создаваемым в естественных условиях в зоне влияния линий электропередач с напряжением до 500 кВ и с частотой переменного тока 50 Гц. Устройство состоит из блока электрического преобразователя,

работающего от сети переменного тока 220 В, и отдельной ячейки для размещения биообъекта, подключенной к блоку Влияние воздействия ЭМП  
возможность регулировки и контроля напряженности электрического поля в ячейке от 0,5 до 15 кВ/м и напряженности магнитного поля от 0,25 до 20 мкТл, а его тепловой режим позволяет проводить круглосуточную работу в течении всего процесса исследований. Устройство выполнено в соответствии с требованиями правил техники безопасности при работе с электроустановками с напряжением свыше 1000 В.

В докладе приводятся результаты проведенных исследований с классическими объектами биотестирования - *Daphnia magna* и *Scenedesmus quadricauda*.

## ИНДИВИДУАЛЬНАЯ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ ОРГАНИЗМА ЧЕЛОВЕКА К ДЕЙСТВИЮ НЕОТПУСКАЮЩЕГО ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ТОКА ПРОМЫШЛЕННОЙ ЧАСТОТЫ

Е.С. Колечицкий, И.В. Королев  
Московский энергетический институт, Москва

Воздействие электрического тока на организм человека зависит от целого ряда факторов: рода и силы тока, частоты, антропологических характеристик человека, а также от индивидуальных качеств личности, которые в дальнейшем будем называть чувствительностью организма к действию тока.

Влияние рода, частоты и силы тока изучены достаточно подробно. В результате проведенных в разных странах работ на основании прямых опытов на добровольцах построения кривые распределения вероятностей для так называемых пороговых и неотпускающих токов. Известны также аналогичные данные для фибрилляционных токов.

Антропологические данные для современного человека также хорошо известны, например, Антропометрический атлас. На их основании можно достаточно подробно проследить пределы изменения размеров различных органов организма человека. Можно показать, что наиболее устойчивой статистической характеристикой является стандарт распределения (отношение среднеквадратичного отклонения к математическому ожиданию, выраженное в процентах).

Такая характеристика организма как чувствительность практически не упоминается в технической литературе и о ее вероятностных параметрах данные не опубликованы.

Задачей настоящей работы является попытка построения вероятностных кривых, описывающих индивидуальную





## Электромагнитная безопасность. Проблемы и пути решения

чувствительность организма человека к действию электрического тока и определение их числовых характеристик.

В силу ограниченности данных все результаты приведены для переменного тока промышленной частоты.

Первым этапом работы являлось построение (точнее, выбор) теоретических функций распределения. Обработка данных привела к следующему результату: функции распределения токов (порогового, неотпускающего и фибрилляционного), а также антропологических данных можно представить в виде нормального закона распределения при уровне значимости 0,1 при использовании критерия Пирсона.

Для определения вероятностных характеристик чувствительности наиболее подходящими данными являются данные по неотпускающему току и сечению мышцы предплечья. В этом случае известно, что судороги возникают в мышце предплечья. Следовательно, необходимы данные только по ней.

Очевидно, что случайное событие «судорога» происходит тогда, когда ток достигает определенного значения при некотором значении сечения мышцы предплечья. На языке теории вероятности это значит, что «судорога» является произведением соответствующей силы тока и сечения мышцы.

В качестве численной характеристики «судороги» логично выбрать соответствующую плотность тока в мышце. Плотность тока является наиболее общей характеристикой процесса, так как она характеризует процесс сугубо локально, в данной точке (мышце, рецепторе) организма. Известно, также, что плотность тока широко используется при анализе воздействий электромагнитных полей [J.H. Bernhardt, H.J. Haubrich, G. Newi, N. Krause, K.H. Schneider. Limits dose electric and magnetic fields DIN VDE standards considerations for the range 0 to 10 kHz. 1986 Sessin CIGRE 3610] при определении допустимых уровней воздействия.

Если принять изложенную точку зрения то плотность тока вызывающего «судорогу» (как случайное число) равна неотпускающему току, деленному на сечение мышцы. И ток, и сечение мышцы также являются случайными числами.

Зная параметры распределения неотпускающего тока и сечения мышцы и используя датчик случайных чисел, можно путем непосредственного деления одного случайного числа на другое, получить выборку для плотности тока. Такие расчеты были проделаны для неотпускающего переменного тока промышленной частоты. Функция распределения в этом случае является нормальным законом с параметрами  $I_{ср} = 14,9 \text{ мА}$ ,  $\sigma = 3,096 \text{ мА}$ , стандарт распределения 20 %.

В качестве параметра мышц руки было взято распределение наибольшего обхвата мышцы предплечья для мужчин. Эта функция

распределения также является нормальным законом с параметрами  $L_{cp} = 26,3$  см,  $\sigma = 1,44$  см, стандарт распределения **Общая оценка риска воздействия ЭМП**



В результате проведенных вычислений было получено, что среднее значение плотности неотпускающего тока составляет 263 мкА,  $\sigma = 29$  мкА, стандарт отклонения 11 %. Очевидно, что приведенное значение средней плотности неотпускающего тока является минимальным возможным, поскольку в расчетах была взята функция распределения для максимального сечения мышцы, а сведениями о том, в каком месте мышцы руки возникает судорога, авторы не располагают.

Поскольку наиболее устойчивой статистической характеристикой антропологических данных является стандарт распределения, то можно предположить, что полученные результаты имеют наибольшую достоверность именно применительно к стандарту распределения.

Таким образом, проведенная работа позволяет сделать вывод о том, что индивидуальная чувствительность человека применительно к плотности неотпускающего тока промышленной частоты имеет разбросы, характеризуемые стандартом распределения около 11 %.

## АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ НАСЕЛЕНИЯ

В.Н.Никитина

Северо-Западный научный центр гигиены и общественного здоровья,  
Санкт-Петербург

Электромагнитное загрязнение окружающей среды является объективной реальностью и приобретает все большие масштабы. Особенно актуальна данная проблема в крупных городах, для которых характерна насыщенность разнообразными источниками ЭМП и высокая плотность населения.

В Санкт-Петербурге в последние годы выполнялись исследования параметров электромагнитных излучений, создаваемых наиболее распространенными источниками ЭМИ (ЛЭП, электротранспортом, передающими радиотехническими объектами, персональными ЭВМ, электробытовыми приборами и другой техникой). Установлено, что население города одновременно или последовательно подвергается воздействию электромагнитных полей различных частотных диапазонов (от ультранизких до сверхвысоких частот) импульсно-модулированного характера с большими градиентами по амплитудным значениям. Подобные электромагнитные поля с позиции современных представлений о механизмах действия и биоэффектах ЭМИ относятся к



## Электромагнитная безопасность. Проблемы и пути решения

---

числу агрессивных, способных при систематическом воздействии оказывать неблагоприятное влияние на здоровье

Так, совместными исследованиями Скорой помощи города и СПбф ИЗМИРАН установлено, что одной из причин 7-дневных вариаций числа инфарктов (снижение их на 70% в субботу и воскресенье) является вариация фоновых уровней магнитных полей, создаваемых электротранспортом.

Клиническими, эпидемиологическими, экспериментальными исследованиями отечественных и зарубежных авторов показано, что ЭМП определенных параметров вызывают нарушения в основных функциональных системах организма человека: нервной, сердечно-сосудистой, эндокринной. Установлено отрицательное влияние фактора на иммунитет, половую функцию, систему крови. Получены данные о возможных генетических и онкологических эффектах. Вместе с тем трактовка изменений в состоянии здоровья, возникающих при воздействии электромагнитных излучений (ЭМИ), представляет исключительную сложность в силу ряда причин, основными из которых являются: полиморфизм клинических проявлений с малой выраженностью каких-либо специфических черт, единичными наблюдениями с выраженной верифицированной картиной заболевания, нечеткостью в ряде случаев гигиенической характеристики условий облучения. Характерное для современного этапа увеличение количества и видов излучающей техники существенно усложнило решение задач по защите населения от электромагнитных полей. Составными элементами системы защиты от ЭМИ являются нормативно-правовая база, мониторинг ЭМП и состояния здоровья населения, организационно-технические мероприятия. Каждый из элементов данной системы нуждается в разработке. На сегодня очевидно отставание процесса гигиенического нормирования ЭМП от темпов внедрения излучающих устройств. Так, отсутствуют ПДУ для населения магнитных полей 50 Гц, электротранспорта, модулированных ЭМИ средств электросвязи в носимом варианте.

Санитарные нормы и правила защиты населения от воздействия электрических полей № 2971-84 устарели. СанПиН 2.2.4./2.2.8.055-96 ЭМИ РЧ требуют уточнения, в частности по нормированию для населения ЭМИ СВЧ от антенн, работающих в режиме кругового обзора и сканирования. Не разработаны законодательные основы правового, экономического и административного воздействия на руководителей и пользователей электрических и электронных средств за электромагнитным загрязнением окружающей среды. Требуется разработка методологии оценки риска здоровью населения, связанного с воздействием ЭМИ. Для проведения мониторинга ЭМП необходимы отработка методических вопросов, обеспечение современными

адекватными средствами измерения, оборудование стационарных пунктов и передвижных станций по определению уровней ЭМП, создание картографической системы анализа электромагнитной обстановки. Назначение последней – накопление, обработка и хранение данных о параметрах ЭМИ, подготовка материалов для принятия решений, наглядное отображение информации, формирование прогнозных оценок. Данные о фактических параметрах электромагнитных полей в окружающей среде необходимы для информирования населения о возможной опасности ЭМИ или для исключения радиофобии.

По каждому из изложенных направлений деятельности в области электромагнитной безопасности населения в регионах России имеются определенные наработки. Задача состоит в анализе имеющегося опыта и на его основе подготовка и реализация программы первоочередных мероприятий по защите населения от ЭМИ. Ведущая роль в организации этой работы должна принадлежать Российскому Национальному комитету по защите от неионизирующих излучений.

## МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ОЦЕНКЕ РИСКА ВОЗДЕЙСТВИЯ ЭМП В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ

Ю.П. Пальцев

НИИ медицины труда РАМН, г. Москва

В связи с интенсивным развитием и внедрением во все сферы жизнедеятельности человека разнообразной офисной и бытовой электротехники, мобильной связи, персональных компьютеров, развитием высоковольтных линий электропередач, средств связи и телевидения, электротранспорта и др., уровни ЭМП в бытовых условиях и учебных заведениях становятся соизмеримыми с профессиональными, а их реальная экспозиция, получаемая во внепроизводственных условиях неуклонно возрастает, тем самым приводя к существенному увеличению популяции, экспонированной к воздействию ЭМП различных частотных диапазонов.

Отсюда возникает необходимость в интегральной оценке производственного и внепроизводственного воздействия ЭМП по суммарной суточной дозе. Такой подход может быть распространен и на другие интервалы времени – на неделю, месяц, год или весь период трудоспособной жизни, что позволит оценивать не только непосредственные, но и отдаленные эффекты воздействия ЭМП.

Очевидно, что в идеальном варианте оценка экспозиции риска должна опираться на фактические данные о параметрах воздействующих ЭМП и вызываемых ими негативных последствий в





## Электромагнитная безопасность. Проблемы и пути решения

показателях здоровья. На практике при оценке риска приходится встречаться с рядом трудностей, вследствие недостаточности представленных сведений. Поэтому, возможно использовать расчетные методы. Так для оценки суммарной суточной экспозиции ЭМП на организм человека мы предлагаем ориентироваться на следующую формулу:

$$\text{Э}_{\text{СУТ.СУМ.}} = \text{Э}_{\text{ПР}}/\text{ПДУ}_{\text{ПР}} + \text{Э}_{\text{Б}}/\text{ПДУ}_{\text{Б}} \leq 1, \text{ где}$$

- $\text{ДЭ}_{\text{СУТ.СУМ.}}$  - допустимая суммарная суточная экспозиция;
- $\text{Э}_{\text{ПР}}$  и  $\text{Э}_{\text{Б}}$  - экспозиция ЭМП на производстве и в быту, соответственно;
- $\text{ПДУ}_{\text{ПР}}$ ,  $\text{ПДУ}_{\text{Б}}$  – предельно допустимые уровни ЭМП при производственных воздействиях и в быту.

Получая при этом соответствующие значения суммарной суточной экспозиции ЭМП, можно ориентировочно устанавливать риск развития тех или иных отклонений в состоянии здоровья. Поиск количественных показателей, связывающих экспозиционную дозу ЭМП с распространенностью и тяжестью неблагоприятных для здоровья эффектов или вероятностью их развития, является завершающим этапом оценки риска. Результирующие признаки воздействия ЭИП можно ранжировать по тяжести последствий. В первую очередь это показатели смертности, инвалидности, профессиональная и производственно обусловленная заболеваемость, онкологическая, нервно-психическая, сердечно-сосудистая патология – ее распространенность и тяжесть. Однако в качестве критериев оценок риска можно ориентироваться и на менее значимые показатели - заболеваемость с ВУТ, функциональные расстройства в деятельности различных органов и систем организма, работоспособность, повышенная утомляемость и пр.

Концепция риска включает два основных элемента – оценку риска и управление риском, последний на основе анализа рискованной ситуации позволяет обосновывать и своевременно внедрять в практику систему профилактических мероприятий.

### ОЦЕНКА РИСКА НАРУШЕНИЯ ЗДОРОВЬЯ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ИЗЛУЧЕНИЙ

В.П.Плеханов, В.Н.Никитина, Г.Г.Ляшко

Северо-Западный научный центр гигиены и общественного здоровья, г.  
Санкт-Петербург

Для оценки влияния электромагнитных излучений на состояние здоровья работающих нами был использован **показатель риска** хронического перенапряжения (переутомления). Под хроническим функциональным перенапряжением организма (ХП) мы понимаем хроническое ухудшение работоспособности и (или) функционального состояния различных физиологических систем организма работающего, снижение способности компенсировать дополнительную нагрузку, увеличение восприимчивости к вредным воздействиям среды. Методы выявления воздействия вредных факторов характеризуются чувствительностью и специфичностью. Чувствительность метода можно определить как частоту нарушения здоровья (риск) при минимальных уровнях воздействия вредных факторов. Специфичность метода определяет, в какой мере выявленные нарушения здоровья присущи только этому вредному фактору.

Проблема состоит в том, что часто наибольшей чувствительностью обладают неспецифические показатели здоровья. Это относится и к оценке влияния электромагнитных излучений, воздействие которых иногда сложно отдифференцировать от действия других факторов.

Показатель ХП включает наиболее распространенные и анамнестически легко выявляемые симптомы: головная боль; головокружение; неприятные ощущения в области сердца; нарушения сна; снижение аппетита, нарушение пищеварения; нетерпеливость, несдержанность, раздражительность; неопределенное беспокойство, беспричинная тревога. Эти симптомы являются неспецифическими относительно характера профессии, условий труда, социального и экологического факторов, т.е. могут служить для построения универсального и простого интегрального показателя факторов здоровья.

Оценка вредности условий труда проводили с помощью показателя профессионального риска – (ПРПЗ) годового роста профессионального риска здоровью (средний за период стажа рост профессионального риска здоровью за 1 год работы) по результатам анамнестического обследования работников с учетом данных о текучести кадров.

При расчете риска здоровью вредность отдельных факторов условий труда оценивается по неспецифическому и специфическому риску хронического перенапряжения. При определении суммарного риска вследствие сочетанного воздействия комплекса вредностей неспецифические компоненты риска отдельных факторов суммируются. Специфические риски не суммируются, если они относятся к разным патологическим синдромам.

Частота (риск) специфических и неспецифических нарушений здоровья рассмотрена на примере клинических данных и результатов





## Электромагнитная безопасность. Проблемы и пути решения

анамнестического анкетирования лиц, подвергающихся воздействию техногенных ЭМИ.

Так, например, по клиническим данным специфические нарушения здоровья у лиц, подвергающихся воздействию модулированных полей высокочастотного диапазона, проявлялись в виде характерных сочетаний симптомокомплексов в основной группе, и редко, или совсем не встречались, в контрольной. Это касалось, прежде всего, таких синдромов, как астеновегетативный, вегетативная дисфункция, неврастенический синдром. Причем проявление этих синдромов наблюдается уже в первые годы работы при стаже работы до 5 лет.

Погодовой рост профессионального риска здоровью, полученный по результатам анкетирования персонала спецфортсооружений и контрольной группы составил: для основной группы в среднем 2,2% (от 1,9 до 2,7%) в год, а для контрольной группы -1,1% (от 0,8 до 1,3%) в год. То есть, в основной группе риск здоровью был в 2 раза выше, чем в контроле.

Предложенный метод анамнестической оценки риска здоровью оперативен, экономичен, а по надежности выводов сопоставим с инструментальными исследованиями.

### НОВАЯ ПРОБЛЕМА ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ ГИГИЕНЫ: ГИПОГЕОМАГНИТНЫЕ УСЛОВИЯ И ЗДОРОВЬЕ ЧЕЛОВЕКА

Л.В. Походзей

НИИ медицины труда РАМН, г. Москва

В настоящее время не вызывает сомнений тот факт, что электромагнитные поля (ЭМП) естественного происхождения, так называемый естественный электромагнитный фон Земли, следует рассматривать как один из важнейших экологических факторов. И, если их наличие в окружающей среде является совершенно необходимым для осуществления нормальной жизнедеятельности, то их дефицит может иметь серьезные негативные последствия для организма.

Вместе с тем, как показали наши исследования, ситуации, когда человек вынужден длительное время находиться в условиях существенного снижения уровней естественных ЭМП встречаются довольно часто и на производстве, и в быту. Наиболее типичным примером производственных объектов, на которых складываются такие условия, являются экранированные сооружения (ЭС), нашедшие широкое применение в радиотехнической, радиоэлектронной, авиационной промышленности, на гражданских и военных объектах радиосвязи и радиолокации. ЭС, выполняя свои основные производственные функции - предотвращение распространения ЭМП,

генерируемых размещенным в них оборудованием, за пределы помещений, в силу своих конструктивных особенностей, одновременно препятствуют проникновению внутрь ЭМП естественного происхождения.

Обследование ряда ЭС позволило получить новые интересные данные, раскрывающие специфические особенности сформировавшейся в них непривычной для человека электромагнитной среды, и в первую очередь существенное снижение уровней геомагнитного поля (гипогеомагнитные условия – ГГМУ), естественных переменных ЭМП, нарушение их пространственной ориентации, исключение воздействия на организм естественного освещения, ультрафиолетовой радиации и др. (Григорьев Ю.Г. и др., 1991; Походзей Л.В. и др., 1994). Вместе с тем, на фоне этого дефицита отмечается наличие широкого спектра ЭМП искусственного происхождения (от статических ЭМП до микроволн), создаваемых работающим оборудованием.

Результаты клинико-физиологического обследования лиц, длительное время работающих в ЭС при коэффициенте ослабления геомагнитного поля в 4 – 10 раз, свидетельствуют о развитии у них ряда функциональных изменений в ведущих системах организма – центральной нервной, сердечно-сосудистой, иммунной и других (Васюков Г.В., Нефедов А.Ю. и др. 1992; Григорьев Ю.Г., 1996; Походзей Л.В., 1999).

Накапливаются данные, свидетельствующие о том, что у человека, находящегося в гипогеомагнитных условиях, изменяется взаимодействие организма с другими факторами среды, в том числе и электромагнитной природы (Горелкин А.Г., 1999). Последнее особенно важно, учитывая высокую насыщенность ЭС техническими средствами, генерирующими ЭМП в широком диапазоне частот.

Исследования, проведенные на других объектах, свидетельствуют о том, что гипогеомагнитные условия (ГГМУ) могут создаваться не только в ЭС специального назначения. Показано, что в подземных сооружениях метрополитена уровни ГМП могут быть снижены в 2 - 5 раз, в жилых и общественных зданиях, выполненных из железобетонных конструкций в 1,3 - 1,5 раза, в бронированных помещениях банков в 2-4 раза, в средствах наземного, водного и воздушного транспорта гражданского и военного назначения в 1,5 – 10 раз (Походзей Л.В., Пальцев Ю.П., 1996).

Таким образом, в настоящее время ГГМУ следует рассматривать как фактор риска для здоровья человека, требующий соответствующей гигиенической регламентации.

Проведенный комплекс исследований позволил впервые обосновать гигиенические нормативы, устанавливающие временные безопасные уровни ослабления интенсивности геомагнитного поля на





рабочих местах, и разработать средства измерения и методику гигиенического контроля ГГМУ. Требование обязательной оценки наличия ГГМУ на производстве нашло отражение и в новом Руководстве Р 2.2.755-99 «Гигиенические критерии оценки и классификация условий труда по показателям вредности и опасности факторов производственной среды, тяжести и напряженности трудового процесса».

**СОСТОЯНИЕ И ПРОБЛЕМЫ ГИГИЕНИЧЕСКОГО  
НОРМИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ  
ПРОМЫШЛЕННОЙ ЧАСТОТЫ**

Рубцова Н.Б.

НИИ медицины труда РАМН, г. Москва

Гигиеническая регламентация электромагнитных полей промышленной частоты (ЭМП ПЧ) как у нас в стране, так и за рубежом осуществляется раздельно для электрического (ЭП) и магнитного (МП) полей.

Разработка гигиенических нормативов у нас в стране строится на базе проведения комплексных гигиенических, клинко-физиологических и экспериментальных исследований. Гигиенические исследования ставят своей целью определение интенсивностных и временных параметров фактора; клинко-физиологические исследования направлены на изучение состояния здоровья и физиологических функций человека. Экспериментальные исследования проводятся на животных с целью установления порога вредного действия фактора, и, с введением коэффициента гигиенического запаса, служат, как правило, базисом для определения нормативных значений. В последние годы при обосновании ПДУ все большее внимание уделяется роли эпидемиологических исследований.

В настоящее время в России существуют гигиенические нормативы производственных воздействий ЭП и МП ПЧ и нормативы внепроизводственных воздействий ЭП ПЧ. Нормативы МП ПЧ для населения не разработаны, несмотря на их чрезвычайную необходимость в целях обеспечения здоровья населения. Имеются лишь научные разработки по их обоснованию, для реализации которых необходимо финансирование.

За рубежом разработка нормативных значений ЭМП различных частотных диапазонов, в том числе и ПЧ, базируется на несколько иных принципах, опираясь преимущественно на расчетные данные, а также с учетом результатов экспериментальных исследований.

Установленные в России ПДУ ЭП и МП ПЧ значительно ниже как предложенных Международными рекомендациями (ICNIRP) контролируемых уровней производственных и внепроизводственных воздействий ЭП и МП ПЧ, так и ПДУ большинства стран, имеющих такие нормативы.

В перспективе одной из наиболее важных задач в части гигиенической регламентации ЭМП ПЧ является разработка подходов к параллельной регламентации обеих составляющих (ЭП и МП). Она может быть осуществлена исходя из положения о том, что наводимые как по поверхности, так и внутри тела человека (за счет действия электрической и магнитной составляющих) токи оказывают влияние на электрогенные структуры организма человека, а действенной величиной является их плотность ( $j$ ), в целях предупреждения неблагоприятного влияния ЭМП ПЧ на человека при обосновании ПДУ предлагается учитывать  $j$  по ЭП и  $j$  по МП, что может быть положено в основу гигиенического нормирования ЭМП ПЧ. Расчет предлагается вести по следующей формуле:

$$j = \sqrt{j^2(\text{по } E) + j^2(\text{по } H)}.$$

Предложенное решение вопроса о гигиенической регламентации обеих составляющих ЭМП ПЧ может быть реализовано при разработке ПДУ как для условий производственных, так и внепроизводственных воздействий. Однако оно имеет ориентировочный характер и нуждается в уточнении при накоплении знаний о характере влияния низкоинтенсивных ЭМП ПЧ в силу вероятности их информационного характера воздействия. Тем не менее, предлагаемый принцип регламентации ЭМП ПЧ может быть использован и для решения вопроса об установлении ПДУ ЭМИ и других диапазонов частот, имеющих аналогичный преимущественный механизм биологического действия (вплоть до 30 кГц).

### ЭПИЛЕПТИФОРМНАЯ БИОЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ В МОЗГЕ У КРЫС ПОД ВЛИЯНИЕМ МИКРОВОЛН В УСЛОВИЯХ ДЕЙСТВИЯ АМИНАЗИНА

А.В.Сидоренко, В.В.Царюк

Белорусский государственный университет, г.Минск

Нежелательные последствия воздействия электромагнитных полей и излучений на организм человека и животных разнообразны и существенны. Они касаются прежде всего высшей нервной деятельности организма и биоэлектрической активности мозга.





## Электромагнитная безопасность. Проблемы и пути решения

Наблюдается изменение интегративной деятельности центральной нервной системы (ЦНС) с последующими нарушениями в различных функциональных системах организма.

Одним из негативных проявлений влияния электромагнитных полей и излучений, особенно при низкоинтенсивном воздействии микроволн, является появление эпилептиформной активности (ЭА) в электроэнцефалограмме и судорожных припадков. Показано, что наибольшей чувствительностью к электромагнитным излучениям различных диапазонов, в которых формируется ЭА, обладают структуры лимбической системы, в частности, гиппокампа, а также кора больших полушарий (Холодов, 1982, Судаков 1998). Часто появлению ЭА в электроэнцефалограмме предшествует возникновение реакции синхронизации, т.е. появление медленных волн и веретен (Холодов, 1999), причем частота возникновения ЭА увеличивалась после воздействия некоторых фармакологических средств (введение кофеина), механической или радиационной травмы.

Нами проведено изучение влияния низкоинтенсивных микроволн (частота 42,2ГГц, плотность потока мощности 150мкВт/см<sup>2</sup>, импульсно-модулированный режим) на биоэлектрическую активность мозга у наркотизированных крыс (уретан, 1г/кг, внутрибрюшинно) после предварительного (за 10 минут до облучения) введения аминазина в дозе 5 и 10 мг/кг (внутрибрюшинно). Регистрировали биоэлектрическую активность в моторной и соматосенсорной зонах коры больших полушарий. Результаты опытов анализировались в автоматизированной установке спектрально-корреляционным методом и методом нелинейной динамики.

Опыты показали, что у ненаркотизированных крыс нейролептик аминазин, обладая сильным седативным эффектом, в электроэнцефалограмме вызывал появление медленных волн и веретен, а в условиях уретанового наркоза усугублял сон. Такое действие аминазина, по-видимому должно было, как уже отмечалось ранее, способствовать возникновению ЭА под влиянием электромагнитных излучений. Действительно, установлено формирование ЭА в электроэнцефалограмме через 7-10 минут после начала облучения у наркотизированных крыс в условиях действия аминазина. Электрофизиологически это характеризовалось появлением пиковых потенциалов амплитудой свыше 300мкВ и частотой 0,5-3Гц. Корреляционная размерность и нормированная энтропия Колмогорова снижались к этому времени, а в дальнейшем их изменения носили фазовый характер. Таким образом, поведение параметров, рассчитанных методом нелинейной динамики, указывает на снижение устойчивости и динамичности нервных процессов в ЦНС в течение развития эпилептической активности, что, возможно, сопровождается

возникновением биологического резонанса в отдельных структурах мозга и формированию очагов ЭА.

**Оценка риска воздействия ЭМП**



Можно предположить, эпилептическая активность отражает хаотическое распространение возбуждения в нейрональных сетях ЦНС, которое обусловлено повышением возбудимости нервных структур под влиянием микроволнового излучения, а аминазин, блокируя, главным образом, центральные адрено- и дофаминовые рецепторы и вызывая явление электроэнцефалографической синхронизации, провоцирует это состояние. Следует признать, что биологические эффекты электромагнитных полей и излучений усугубляются комбинированным действием на организм химических и физических факторов.

## ВЛИЯНИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ НА СТРУКТУРУ И ДИНАМИКУ БИОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ НАДОРГАНИЗМЕННОГО УРОВНЯ

Г.В.Шляхтин, В.В.Аникин, Е.В.Завьялов, О.В.Костецкий,  
Ю.А.Малинина\*, В.О.Родвикова, А.Ю.Сомов, Н.Н.Якушев

Саратовский государственный университет,

\*Институт биологии и физиологии растений и микроорганизмов  
РАН, г.Саратов

Предельно допустимые уровни воздействия электромагнитного излучения (ЭМИ) на природные экосистемы не разработаны. Практически полностью отсутствуют исследования, посвященные изучению влияния ЭМИ на природные биологические системы организменного и надорганизменного (популяции, их группировки, сообщества, экосистемы) уровней и путей их морфофункциональных адаптаций к этому техногенному фактору. Очевидно, что компенсаторно-приспособительные реакции на организменном, популяционном и экосистемном уровнях будут различны. Особенно сложными они могут оказаться на популяционно-видовом уровне, так как поддержание популяционного гомеостаза зависит от того, насколько "сбалансированы" взаимоотношения популяции со средой, насколько структура и внутренние свойства популяции могут сохранять приспособительные черты на фоне электромагнитного воздействия и других динамических факторов окружающей среды.

Представляется очевидным, что у популяций разных видов животных и растений адаптивные механизмы приспособления к ЭМИ будут иметь как общие, так и специфические особенности. Но в любом



## Электромагнитная безопасность. Проблемы и пути решения

---

случае устойчивое состояние популяций возможно только при условии наличия адаптивных механизмов, как к средним значениям ЭМИ, так и его колебаниям вокруг этих средних значений. Выявление этих механизмов позволит выработать стратегию сохранения биологического разнообразия и устойчивого функционирования сообществ живых организмов в районах повышенного ЭМИ. Для решения этих задач предполагает проведение сравнительного анализа биологического разнообразия природных комплексов в зонах повышенного ЭМИ и контрольных участках; изучение динамики роста и развития сельскохозяйственных культур в зонах влияния ЭМИ; изучение функциональных популяционно-видовых особенностей адаптации животных и растений в зонах влияния ЭМИ; изучение поведенческих реакций фоновых видов животных в условиях повышенного ЭМИ; определение пороговых уровней и зон воздействия источников ЭМИ.

В докладе обсуждаются первичные результаты полевых исследований по изучению влияния ЭМИ на природные экосистемы. Полевые и экспедиционные исследования проведены в рамках ФЦП «Интеграция».

## Оценка риска воздействия З



## **Электромагнитная безопасность. Проблемы и пути решения**

### **ОРГАНИЗАЦИЯ МОНИТОРИНГА ЭМП ПРИ МНОГОЧАСТОТНОМ И МНОГОФАКТОРНОМ ВОЗДЕЙСТВИИ**

#### **ВОПРОСЫ ПРИМЕНЕНИЯ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ДАТЧИКОВ КВЧ И ИК ДИАПАЗОНОВ ДЛЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ И СОВМЕСТИМОСТИ**

**Е.Ю.Альшшулер, Б.Н.Климов, Г.Ю.Науменко, В.А.Печенюк  
Саратовский госуниверситет, г.Саратов**

Одной из основных проблем современной радиоэлектроники является проблема обеспечения электромагнитной безопасности и совместимости. Это особенно актуально для КВЧ и оптического диапазонов. При решении этих вопросов к основным задачам относятся метрологическое обеспечение и, в частности, индикация, оценка и измерение плотности потока мощности (ППМ) коротковолнового электромагнитного (ЭМ) излучения. В этой связи предлагается применение полупроводниковых датчиков на основе устройств, разработанных в СГУ [1].

Датчики представляют собой малогабаритные устройства, физический принцип которых основан на детектировании ЭМ сигнала. В докладе рассматриваются различные твердотельные датчики микроволнового излучения, а также СВЧ- КВЧ датчики определения концентрации примесей в газовых и жидких средах( например, коллоидные системы), в частности, для экологического применения.

Волноводный СВЧ датчик конструктивно представляет собой диэлектрическую секцию, включающую основной элемент связи на полупроводниковом диоде на основе барьера Шоттки или на эффекте разогрева носителей



## Организация мониторинга ЭМП

заряда. Датчик размещается в торце волновода, например, прямоугольного поперечного сечения. Прибор является широкополосным и работает на любой частоте в пределах полосы канала волноводного тракта, он легко заменяется, что принципиально для экспресс измерений и исследований.

Другим типом датчиков для этих целей является твердотельный индикатор микроволнового излучения в свободном пространстве, представляющий собой компактный прибор. Этот прибор включает приемный элемент, стандартный миниатюрный источник питания, электронное устройство обработки сигнала и визуальный или звуковой индикаторы. Например, световой индикатор состоит из 4 “красных” светодиодов, срабатывающих по мере увеличения ППМ (в опытной конструкции при ППМ 1 -7 мкВт/см<sup>2</sup> загорается 1 светодиод, ППМ 10-15 мкВт/см<sup>2</sup> - 2 светодиода, при последовательном срабатывании 3-го и 4-го диодов при ППМ, соответственно 20 и 40 мкВт/см<sup>2</sup> .

Показано, что устройство может быть сопряжено с соответствующей интегральной схемой обработки выходного сигнала, в том числе с выводом этого сигнала на персональный компьютер и получением визуальной картины распределения (КВЧ) ЭМ поля в данной области свободного пространства.

Проведены расчеты и оценки, показывающие, что для обеспечения решения региональных проблем ЭМ безопасности (на примере Саратовской области) целесообразно серийное производство таких датчиков порядка 10000 штук в год.

В докладе также рассматриваются некоторые проблемы ЭМ совместимости применительно к КВЧ диапазону.

### ОБСЛЕДОВАНИЕ СОСТОЯНИЯ ЭНТОМОФАУНЫ В ЗОНЕ ВЛИЯНИЯ ЛЭП-500

В.В.Аникин, Г.В.Шляхтин, Е.В.Завьялов, В.О.Родвикова  
Саратовский государственный университет, г.Саратов

В ходе проведенных исследований участков под ЛЭП-500 и в 50-ти метровой зоне прилегания, в сравнении с контрольными участками, было установлено, что по видовому составу энтомофауны отличий не наблюдается. Более того, вблизи опор ЛЭП, где участки сельскохозяйственных полей не задействованы в севообороте, было зарегистрировано возрастания видового состава степной энтомофауны на 20-40%. Это происходит за счет насекомых энтомофилов, заселивших эти своеобразные степные резерваты.

При количественных учетах насекомых на исследованных участках в сравнении с контролем установлено возрастания численности особей



## Электромагнитная безопасность. Проблемы и пути решения

в 2-6 раза. Так, в Татищевском районе на пшеничном поле отмечено увеличение числа особей жука-кузьки (*Anisoplia agricola*) до 300-400 особей на 10 м<sup>2</sup> по сравнению с контролем – 50-60 особей на такую же площадь. На просеке под ЛЭП этого же района нами отмечался рост численности и другого представителя отряда жесткокрылых – шпанской мушки (*Litta vesicatoria*). На кормовом растении имаго - жостере слабительном (*Rhamnus carthartica*) число особей обоего пола достигало 50-70 особей на один куст, а на контрольном участке лесополосы – 10-30 экземпляров. Аналогичная ситуация с увеличением численности отдельных представителей класса насекомых прослеживалась в Балаковском и Вольском районах. В лесостепных пойменных участках в первом случае зарегистрировано возрастание числа представителей отряда равнокрылых – тли (*Schizoneura lanuginosa*) на кормовом растении имаго – тополе белом (*Populus alba*) с 6-14 экземпляров на 10 см<sup>2</sup> листовой пластинки в контроле, до 23-37 экземпляров на такую же площадь в исследованных участках под ЛЭП-500. В Вольском районе на р.Терешка в 50-ти метровой зоне от линии электропередачи отмечалось возрастание числа роющихся насекомых из отряда двукрылых – комаров звонцов (*Chironomus plumosus*) до 400-500 особей, а на контрольном участке их было – 100-200 экземпляров одного роя.

Для ряда видов насекомых из различных отрядов (стрекоз, жесткокрылых, чешуекрылых, перепончатокрылых) было характерным изменение этологических реакций. В основном, это связано с полетом насекомого непосредственно под ЛЭП-500 или на расстоянии от 5 до 15 м. Так, в Балаковском и Вольском районах, где участки находятся вблизи поймы рек, охотившиеся имаго стрекоз из семейства коромысла (*Aeshnidae*) явно избегали подлетать на близкое расстояние к низко расположенным проводам линии электропередачи. Аналогичное летное поведение прослеживалось и у бабочек из семейства белянок (*Pieridae*), которые облетали ЛЭП сверху или очень низко над землей и практически не задерживались на медоносных растениях расположенных под проводами или вблизи от них. Крупные насекомые, такие как майский жук (*Melolontha hippocastani*), шмели (*Bombus hortorum*, *B. lucorum*, *B. pratorum*), у которых полет носит прямолинейный характер и поэтому им труднее избежать близкого подлета к проводам ЛЭП, теряли временную ориентацию в пространстве и в 60-80% опускались на землю и лишь в редких случаях (1-2 %) они просто падали. Но через небольшой промежуток времени (от 3 до 10 мин.) они могли продолжать свое движение и полет.

Опосредованное влияние электрических полей ЛЭП однозначно сказывается и влияет на полет насекомых. Мелкие насекомые просто теряют ориентацию и падают, а крупные стремятся избежать близкого приближения к линиям электропередач. По всей видимости, на теле



## Организация мониторинга ЭМП

насекомого, на его конечностях, антеннах и на крыльях, как и любого другого диэлектрика в электрическом поле, происходит накопление зарядов. На теле насекомого располагается большое число чувствительных сенсилл, особенно у летающих насекомых, которые служат различными анализаторами скорости и направления полета, скорости встречного ветра и т.п. Вероятно, что на теле особей, которые попадают под действие электрических полей ЛЭП, происходит разделение зарядов. В результате электростатических взаимодействий зарядов происходила их концентрация на антеннах, крыльях и т.п. (где много рецепторных сенсилл). Изменение и нарушение функциональных действий этих сенсилл-механорецепторов приводило либо к полной дезориентации насекомого в пространстве, что выражалось просто в падении насекомого или же частичном нарушении координации полета.

Нами также проведено исследование морфометрических параметров (длины крыла, размер головной капсулы, расположение фенев маркеров и т.п.) у насекомых обитающих в 50-ти метровой зоне и непосредственно под ЛЭП-500. Они не показали каких либо существенных отклонений от соответствующих параметров в контрольных группах.

Таким образом, электрическое поле, которое создается ЛЭП-500, каким-то образом в отдельных случаях влияет на численность популяций насекомых в 50-ти метровой зоне. Для отдельных представителей, например для шпанской мушки можно дать объяснение, что кормовое растение – жостер на освещенных участках под ЛЭП имеет лучшие вегетативные показатели по сравнению с растениями, которые находятся в подчиненном и иногда в угнетенном состоянии в контрольных участках лесопосадки. В целом это сказывается и на самих насекомых, для которых такие кустарники под ЛЭП являются более привлекательными в пищевом спектре и в тоже время увеличивает степень вероятности встречи противоположных полов на более открытых участках ландшафта. Что касается других видов, то здесь нельзя делать однозначные предположения и необходимо проведение более детальных исследований характера пищевых компонентов на биохимическом уровне и следует искать другие факторы влияния на численность. Так, по всей видимости, увеличение особей тли может зависеть не только от характера пищевого субстрата, но и от численности естественных врагов, которая может снижаться в 50-ти метровой зоне или в непосредственной близости от ЛЭП.

Увеличение числа роящихся комаров можно рассматривать, как влияние электромагнитных полей на более сложные формы поведения. На наш взгляд, эти представители двукрылых имеют очень высокую степень чувствительности к меняющимся электростатическим полям.



## Электромагнитная безопасность. Проблемы и пути решения

Нами визуально прослеживалась тенденция смещения роев в сторону ЛЭП и постепенное увеличение численности насекомых внутри роя. Однако, под самой ЛЭП рои разбивались и разлетались. Можно предположить, что возрастание зарядов на антеннах по мере приближения к ЛЭП приводило к эффекту активации роения, но при достижении критических параметров накопления зарядов и их взаимодействия с полем ЛЭП имело обратный эффект в непосредственной близости к проводам.

В заключении можно констатировать, что сильные электромагнитные поля вблизи ЛЭП-500 могут существенно влиять на численность популяций отдельных видов насекомых и поведение большинства активно летающих групп насекомых.

### ГАЗОРАЗРЯДНЫЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ МАГНИТНОГО ПОЛЯ В ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ СИГНАЛ

А.С.Банковский, А.А.Захаров

Саратовский Государственный Технический Университет, г.  
Саратов

При организации мониторинга электромагнитных полей окружающей среды могут найти применение газоразрядные преобразователи магнитного поля в электрический сигнал – ГМП.

Принцип действия ГМП основан на возникновении в поперечном относительно магнитного поля направлении разности потенциалов между фиксированными точками плазмы положительного столба газового разряда, пропорциональной величине магнитной индукции. В отличие от традиционно используемых при магнитных измерениях полупроводниковых датчиков Холла, ГМП имеют целый ряд несомненных преимуществ, которые могут быть использованы при широкомасштабных исследованиях магнитного поля. Эти преимущества связаны как с особенностями конструкции датчика, так и с особенностями воздействия магнитного поля на параметры низкотемпературной газоразрядной плазмы. Например, в силу высокой подвижности заряженных частиц газоразрядной плазмы по сравнению с соответствующими величинами полупроводников выходной сигнал ГМП на несколько порядков может превышать величину сигнала в датчиках Холла, что может обеспечить обработку выходного сигнала без дополнительного усиления.

Конструктивно ГМП могут выполняться в стеклянном варианте – электроды впаяны в стеклянный баллон, заполненный инертным газом, либо металлокерамическом – при котором вакуумное уплотнение обеспечивается путем использования металлокерамики.



## Организация мониторинга ЭМП

Для измерения магнитного поля может быть использована мостовая схема включения ГМП, обеспечивающая проведение измерений, связанных с изменением величины магнитного поля, на уровне магнитной индукции Земли.

Чувствительность разработанных преобразователей порядка  $100-500 \text{ В/Тл}$ , величина пороговой чувствительности обычно не хуже  $5 \cdot 10^{-6} \text{ Тл}$ , потребляемая мощность не превышает десятков милливольт.

В ГМП измерительные электроды расположены в объеме плазмы, а не на поверхности прибора, что обеспечивает наряду с другими факторами чрезвычайно малую температурную зависимость выходного сигнала. Температурный коэффициент напряжения преобразователя может на 2-3 порядка быть меньше аналогичной величины серийно выпускаемых приборов с нормальным тлеющим разрядом.

Существенной особенностью ГМП является высокая стабильность параметров в процессе эксплуатации; в частности, использование в качестве электродов немагнитных металлов (обычно молибдена) должно приводить, ввиду распыления магнитного катода, к изменению свойств газоразрядной плазмы за счет образования отрицательных ионов молибдена. Расчеты показывают, что влияние отрицательных ионов на чувствительность плазмы к магнитному полю чрезвычайно мало по сравнению с их влиянием, например, на величину поперечного электрического поля, обеспечивающего существование плазмы нормального тлеющего разряда.

К несомненным достоинствам ГМП можно отнести также возможность осуществления таких конструкций преобразователя, которые обеспечивают измерение не только одной компоненты магнитного поля, но и  $2^x$  и  $3^x$  его компонент.

На основании изложенного можно сделать вывод о целесообразности использования ГМП при проведении мониторинга магнитных полей как в лабораторных, так и в полевых условиях.

### СОЗДАНИЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ И РАЗРАБОТКА РЕЛЯЦИОННОЙ БАЗЫ ДАННЫХ ДЛЯ РАСЧЕТА И МОДЕЛИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ

В.Н.Гусятников, Ю.А.Сомов  
Саратовский госуниверситет, г.Саратов

Характерной чертой электромагнитного загрязнения городов является наличие большого количества разнородных техногенных источников, сосредоточенных на ограниченной территории. Источниками излучения являются системы производства и передачи электроэнергии, технологическое оборудование, специализированные передатчики различного назначения и т.д. Кроме этого любая



## Электромагнитная безопасность. Проблемы и пути решения

металлическая конструкция может быть вторичным источником электромагнитного излучения, переизлучая падающую на неё электромагнитную энергию в определенном направлении. Таким образом, на каждый участок городской территории оказывают воздействие несколько источников излучения с разными частотами, интенсивностью и местами расположения. Имеющаяся в распоряжении специализированных подразделений санэпиднадзора измерительная аппаратура обладает существенным недостатком - ее применение в случае многочастотного воздействия невозможно, так как достоверные результаты измерений получаются лишь при отключении всех ПРТО за исключением контролируемого, что в пределах крупного урбанизированного центра практически невозможно. Селективная, метрологически обеспеченная аппаратура для измерения гигиенических параметров электромагнитного излучения серийно не выпускается ни в нашей стране, ни и за рубежом. Имеются лишь единичные образцы уникальных приборов приспособленных в основном для лабораторных исследований. Использование для этих целей селективных вольтметров и приборов радиоразведки ограничивается отсутствием требуемого метрологического обеспечения (прежде всего широкополосных калиброванных антенн).

Таким образом, основным методом определения как суммарного воздействия всех ПРТО в любой точке городской территории, так и реального вклада каждого ПРТО в суммарное воздействие является расчетный. Применение расчетных методов возможно при использовании геоинформационных систем (ГИС). Однако возможности, заложенные в известные ГИС, такие как MapInfo, позволяют проводить лишь грубые оценки суммарного электромагнитного загрязнения какой либо территории. В частности, в них невозможно учесть особенности диаграмм направленности и режимов работы каждого из источников излучения, особенностей окружающего рельефа и характера застройки.

В докладе описывается построение специализированной информационной системы, объединяющей данные обо всех источниках электромагнитного излучения, расположенных на определенной территории. В информационную систему встроена как возможность подсчета суммарного воздействия любого набора источников в произвольной точке, так и возможность выделить воздействие отдельных источников.

Основой разработанной информационной системы является реляционная база данных (БД) источников электромагнитного излучения, позволяющая систематизировать разнородную информацию об источниках различных типов, учесть особенности режимов работы и диаграмм направленности излучателей каждого источника. База данных



## Организация мониторинга ЭМП

создана с помощью программы Microsoft Access 97 и имеет формат, соответствующий этой программе.

Структура БД позволяет не только записать данные о координатах, мощности и высоте подвеса каждого излучателя, но и в отдельных таблицах хранить информацию о горизонтальных и вертикальных диаграммах направленности антенн излучателей, приписывать каждому источнику излучения несколько антенн-излучателей, вести учет типов антенн, а также поддерживать целостность и непротиворечивость базы данных. Кроме этого, представленная структура позволяет реализовать достаточно развитую систему запросов и фильтров для данных, хранящихся в БД.

В основу расчета положено известное соотношение, определяющее напряженность поля на расстоянии  $R$  от одиночной точечной излучающей антенны, которое в сферической системе координат с центром в точке размещения антенны имеет вид

$$E(R, \alpha, \varphi) = \frac{(30 * P * K * N_1)^{1/2} * M * F_v(\alpha) * F_g(\varphi)}{R}$$

где  $K$  – коэффициент усиления антенны,  $F_v$ ,  $F_g$  – функции, определяющие вертикальную и горизонтальную диаграммы направленности антенны,  $\alpha$ ,  $\varphi$  – углы в вертикальной плоскости и азимутальный, показывающие направление от антенны на точку наблюдения,  $N_1$  – коэффициент потерь в антенно-фидерном тракте,  $M$  – коэффициент влияния земли,  $P$  – мощность передатчика, подключенного к антенне. Данная формула регламентируется санитарными нормами и справедлива на расстоянии от антенны, в несколько раз превышающем размеры самой антенны. То есть в реальных городских условиях, при размерах антенн не превышающих 2-3 метров, соотношение описывает напряженность поля на расстоянии большем 15-20 метров от антенны и ее применение вполне оправдано.

Для определения результирующего общего поля в любой точке проводилось квадратичное суммирование полей всех источников по формуле:

$$E_0 = \sqrt{\sum_i \mu_i E_i^2}$$

где:  $E_i$  – напряженность электрического поля (плотность потока энергии), создаваемого в данной точке каждым ПРТО,  $\mu_i$  – весовой коэффициент, учитывающий зависимость гигиенических нормативов от диапазона частот электромагнитного излучения в соответствии с



## Электромагнитная безопасность. Проблемы и пути решения

существующими санитарными нормами и правилами. Результатом расчета является файл, содержащий таблицу значений суммарной напряженности поля на сетке координат с регулируемым шагом.

Информационная система реализована на языке Visual Basic 6.0 с использованием библиотеки объектов Data Access Objects (DAO) и процессора баз данных Microsoft Jet 3.51. Для построения интерфейса пользователя применяется комплект элементов управления Sheridan DataWidgets (версия 3.1). Для визуализации результатов расчета использован программный пакет Surfer 6.0, который вызывается, как ActiveX-сервер из программы на Visual Basic. На рис. показаны результаты расчета напряженности поля в районе Саратовского аэропорта на сетке координат с шагом 2м и на высоте 2м от поверхности земли, в котором учтены 12 источников излучения. Результаты представлены в виде двумерной поверхности, где по оси z отложена напряженность поля, нормированная на ПДУ.

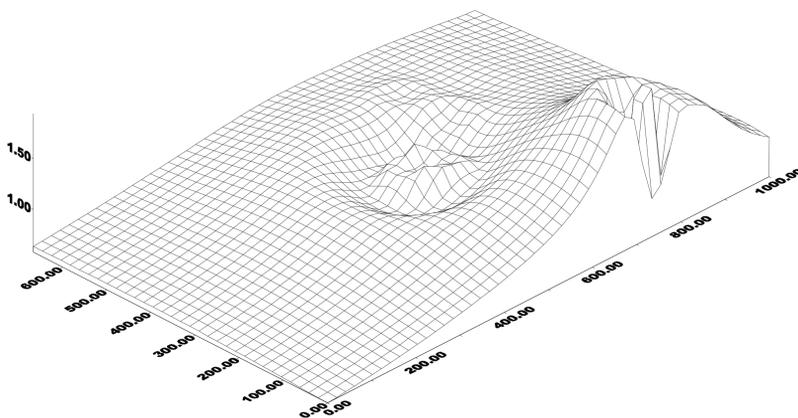


Рис. Напряженность поля в районе Саратовского аэропорта

Сложный рельеф поверхности на рисунке объясняется провалами на реальных диаграммах направленности антенн излучателей, что приводит к появлению «мертвых» зон вокруг излучателей.

### АНАЛИЗ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ В ЖИЛЫХ ПОМЕЩЕНИЯХ

В.А.Иванченко, Ю.И.Лыков, В.В.Николаев, А.Ю.Сомов



## **Организация мониторинга ЭМП**

Научно-исследовательский институт механики и физики  
при Саратовском госуниверситете, г. Саратов

Проблема электромагнитной загрязненности окружающей среды и, в частности, жилых помещений является актуальной, однако строгая теория расчета результирующих полей с учетом конструктивных особенностей жилых зданий отсутствует. Особенно это относится к панельному и монолитному домостроению, так как эти здания содержат токопроводящую арматуру, которая оказывает влияние на формирование полей в помещениях.

Металлический каркас таких зданий представляет собой систему, состоящую из стержней, диаметр которых много меньше характерных размеров конструкции, а также длины волны падающего излучения, поэтому данную систему можно рассматривать как проволочную антенну. Под воздействием внешнего электромагнитного излучения рассматриваемая система становится источником «вторичных» волн. Для нахождения «вторичного» поля в той или иной точке пространства необходимо суммировать поля, создаваемые всеми элементарными излучателями системы. Напряженности электрической и магнитной компонент результирующего поля в окрестности и внутри исследуемого объекта представляют собой, очевидно, суперпозицию внешних и наведенных полей.

Используя вышеприведенные рассуждения, были получены выражения в интегральном виде, позволяющие проводить анализ картины распределения полей внутри помещения при произвольном направлении падения и произвольной ориентации плоскости поляризации внешнего излучения по отношению к системе, образованной токопроводящей арматурой. Внешнее излучение предполагалось монохроматическим, однако при необходимости полученные формулы могут быть легко обобщены на случай сигнала произвольной формы, поскольку он может быть представлен в виде суперпозиции синусоидальных волн.

### **НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ СЕРТИФИКАЦИИ ПРИ РЕШЕНИИ ПРОБЛЕМ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ СОВМЕСТИМОСТИ И ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ**

**Б.Н.Климов, А.Ю.Сомов**

**Саратовский госуниверситет, г.Саратов**

Рассматриваются и определяются необходимые условия для создания и принятия нормативных документов в области



## Электромагнитная безопасность. Проблемы и пути решения

электромагнитной совместимости (ЭМС) и в области электромагнитной безопасности (ЭМБ) для введения и осуществления сертификации технических средств (ТС) различного назначения на соответствие требованиям ЭМС и ЭМБ. Условия проведения сертификации должны быть таковы, что если техническая продукция не удовлетворяет требованиям ЭМС и ЭМБ, то она должна быть запрещена на рынке и в использовании.

Обсуждаются различные системы сертификации, содержащие в себе как обязательную, так и добровольную сертификацию, опирающиеся на мощную сеть испытательных лабораторий и центров сертификации, оснащенных современным оборудованием и помещением.

В докладе обосновывается необходимость создания независимых межведомственных региональных сертификационных центров, рассматривается целесообразность создания подобного центра на базе Саратовского государственного университета им.Н.Г.Чернышевского совместно с областным Центром государственного санитарно-эпидемиологического надзора и областным Комитетом по охране окружающей среды.

### СОЗДАНИЕ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОЙ ГЕОГРАФИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ

В.З.Макаров, А.Ю.Сомов, А.Н.Чумаченко  
Саратовский государственный университет, г.Саратов

В настоящее время остро обозначилась необходимость тщательной оценки воздействия электромагнитного излучения на живые организмы, особенно человека. В связи с резким возрастанием мощности электромагнитного излучения от технических устройств (только мощность радиоизлучения увеличилась за последние полвека в 500 тыс.раз) проблема электромагнитного воздействия на экосистемы и человека отнесена к числу наиболее актуальных.

В России, в силу ряда причин, указанная проблема приобрела угрожающий характер и практически выходит из под контроля. Особенно тревожная обстановка складывается в крупнейших городах, насыщенных электротранспортом, ЛЭП, системами спутниковой и сотовой связи, навигационными устройствами, многочисленными радиовещательными и телевизионными станциями. В данной связи возникает необходимость в разработке методов комплексной оценки воздействия источников электромагнитного излучения в конкретных



## Организация мониторинга ЭМП

городских условиях с учетом характеристик излучающих устройств, их местоположения в городской черте, особенностей рельефа и градопланировочных особенностей, демографических показателей населения. Подобный конкретный территориальный анализ и районирование городской застройки по уровню электромагнитного риска для населения позволит выявить зоны воздействия излучающих объектов, оценить санитарно-гигиеническую обстановку в зоне воздействия, определить степень риска и возможного экономического ущерба, предложить комплекс мер по предотвращению или ликвидации опасной ситуации.

Как показывает практика, электромагнитное загрязнение крупного города многофакторно и многоаспектно, что делает прямое определение суммарного загрязнения технически затруднительным. По данной причине все большее значение приобретают расчетные методы определения величин электромагнитных полей. Накопленный авторами данного доклада опыт применения геоинформационных технологий (ГИС-технологий) при оценке экологической и медико-экологической обстановки в крупных городах позволяет считать ГИС-технологии весьма эффективным средством при оценке электромагнитного риска в городской среде, выполняемом расчетным методом.

Как известно, географические информационные системы (ГИС) представляют человеко-машинно-программный комплекс по сбору, хранению, анализу и передаче любой территориально-распределенной информации. Непременный и существенный атрибут ГИС – электронные карты (базовая и тематические), соединенные с т.н. атрибутивными базами данных, хранящими различные (непространственные) характеристики объектов, отраженных на карте. Благодаря данному свойству возможен быстрый качественный и количественный анализ территории по различным тематическим «слоям-срезам» – природно-ландшафтному, экологическому, градостроительному, демографическому и т.д., взаимное наложение слоев (оверлей), моделирование, включая задание буферных зон и пр.

Разработка и создание специализированной ГИС (ГИС-ЭлРиск), позволяющей проводить инвентаризацию, оценку и анализ электромагнитных источников, выявлять зоны их воздействия в условиях городской застройки расчетным методом стало основной целью авторов доклада. Главными задачами при создании ГИС-ЭлРиск стали:

- разработка концепции и структуры ГИС-ЭлРиск;
- создание и наполнение картографических и атрибутивных баз данных;
- создание интегрированных в ГИС прикладных программ по моделированию полей электромагнитного излучения;



## Электромагнитная безопасность. Проблемы и пути решения

- организация автоматизированного рабочего места в системе горсанэпиднадзора с соответствующим интерфейсом и модульным блоком.

В структуру создаваемой ГИС-ЭлРиск входят:

- информационный блок, включающий картографическую и атрибутивную базы данных;
- программно-аналитический блок, содержащий встроенные пакеты программ моделирования электромагнитных полей и других процессов;
- управленческий блок, включающий обобщенные показатели математико-статистического анализа баз данных, картографические и графические модели, прогнозы развития изучаемой ситуации.

В докладе излагается структура каждого из названных блоков ГИС-ЭлРиск, приводятся примеры решения конкретных задач по расчету санитарно-защитных зон и зон ограничения застройки в зависимости от технических характеристик источников электромагнитного излучения.

### МЕТОДЫ РАСЧЕТА ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ ВИБРАЦИИ В ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ МАШИНЕ

В.Т. Медведев, Н.Н. Иванков, Т.А. Бакушкина  
Московский энергетический институт, г. Москва

Повышенные уровни вибрации и шума ухудшают условия труда, снижают его производительность, отрицательно влияют на технологические процессы, уменьшают надежность и срок службы самих электрических машин и связанных с ними устройств. Шум и вибрация могут быть причинами ряда профессиональных заболеваний. Все вместе взятое показывает, какое значение имеет разработка мероприятий, направленных на снижение уровней вибрации различных устройств и особенно электрических машин, которые широко используются в различных сферах жизнедеятельности человека.

Доказано, что наибольший интерес с точки зрения теории представляют электромагнитные источники вибрации, так как другие источники зависят в основном от технологических погрешностей и меры по их ослаблению в большей части уже определены. Причины электромагнитных вибраций заложены в принципах создания электрических машин и связаны с возникновением переменного



## Организация мониторинга ЭМП

магнитного поля в воздушном зазоре, которое является следствием физических процессов, конструктивных особенностей машины и технологических погрешностей, например, таких как: зубчатое строение якоря; явно полюсная конструкция статора; дискретное распределение обмотки якоря; насыщение магнитопровода на ряде участка реакции якоря; эксцентриситет ротора; биение ротора; овальности, конусности и другие искажения поверхности статора и якоря.

Рассмотрены задачи расчета электромагнитной вибрации электрических машин, которые заключаются в нахождении сил, действующих на магнитную систему электрической машины и динамических деформаций. Показано, что наряду с известными различными способами, например, с использованием методов проводимости зубцовых контуров, конечных элементов, конечных разностей, гармонических проводимостей, индуктивных коэффициентов действующих на магнитную систему. Для расчета сил наиболее часто используют метод гармонических проводимостей. Численные методы в вибрационных расчетах применяют в основном для уточнения коэффициентов, используемых в методе гармонических проводимостей, так как численные методы требуют огромного количества машинного времени и объема памяти. В дальнейшем численные методы могут найти применение и непосредственно в вибрационных расчетах.

Определение динамических деформаций магнитной системы под действием совокупности магнитных сил, переменных во времени и в пространстве, вибровозмущающих сил. Статор и ротор электрической машины при этом совершают сложные колебательные движения. Удовлетворительное решение этой задачи находится в прямой зависимости от используемой расчетной математической модели, в которой можно учесть основные особенности конструкции.

Большинство авторов решают эту задачу аналитически, представляя статор электрической машины в виде тонкого кольца или цилиндра. Полюсы при этом учитываются либо как равномерно распределенная масса, либо как сосредоточение массы, совпадающие с осями полюсов. Такой подход приближенно учитывает реальную геометрию статора. Авторами для решения задачи определения динамических деформаций предложен метод граничных элементов (МГЭ). МГЭ является методом решения краевых задач для дифференциальных уравнений в частных производных. В отличие от других численных методов (метода конечных разностей, метода конечных элементов) для МГЭ требуется дискретизация только границы данной области. Это снижает на единицу размерность задачи, а полученная система алгебраических уравнений имеет более низкий порядок, следовательно, значительно сокращается объем памяти и



## Электромагнитная безопасность. Проблемы и пути решения

время решения задачи на ЭВМ. Простота подготовки исходных данных, достоверное моделирование процессов на бесконечных и полу бесконечных областях ( распределение вибрации в фундаменте, корпусах и т.д.), точное и выборочное вычисление внутренних напряжений, эффективное решение контактных задач - все это свидетельствует о целесообразности применения МГЭ в расчетах вибрации электрических машин.

Для реализации этого метода была составлена программа, которая позволяет:

1. рассматривать систему произвольной формы;
2. решать динамические задачи при фиксированной частоте;
3. находить поверхностные напряжения и перемещения, а также напряжения и перемещения произвольных внутренних точек;
4. рассматривать многосвязные области.

### ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ПОЖАРОБЕЗОПАСНОСТИ И ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ВНУТРЕННИХ ЭЛЕКТРОСЕТЕЙ 0,4 КВ

А.Г. Пахарь, Е.С. Колечицкий

Московский энергетический институт, г. Москва

В настоящей работе представлены выводы по результатам комплексного обследования систем электроснабжения (СЭ) 0,4кВ зданий и сооружений жилого, общественного и производственного назначения в Москве, Московской области и в Санкт-Петербурге. Обследование проводилось на протяжении трех лет.

Всего было проверено около 6 000 автоматических выключателей различных типов и номиналов, проверено на термическую устойчивость более

2 000 линий внутренних электросетей.

По результатам проверок выявлено, что процент неисправности среди однофазных автоматов составляет до 10 %, а количество автоматов не соответствующих техническим требованиям среди трехфазных автоматов, на отдельных предприятиях, достигает 80 %.

На основе реально измеренных токов КЗ, а также токов и времен срабатывания автоматических выключателей выполнялись расчеты термической устойчивости защищаемых ими участков проводных и кабельных линий в соответствии с ГОСТ Р 50270-92, ГОСТ Р 50254-92 и ГОСТ Р 50571.9-94. Практика подобных проверок показывает, что около 8-15 % проводных и кабельных линий внутренних электросетей являются чрезмерно термонапряженными. Т.е. защита этих проводов и кабельных линий в случае КЗ допускает перегрев и оплавление изо-



## Организация мониторинга ЭМП

ляции проводов и кабелей, что в свою очередь, является реальной предпосылкой пожароопасной ситуации.

На основании анализа этих данных сделаны выводы о причинах высокой термонапряженности проводных и кабельных линий. Таких причин, как правило, две:

- неисправность автоматов защиты (повышенные токи срабатывания, либо вообще не срабатывание расцепителей);
- ошибки при:
  - а) проектировании,
  - б) монтаже
  - в) эксплуатации внутренних электросетей.

Одним из, предложенных в работе, путей для предотвращения возникновения пожароопасных ситуаций, вызванных этими причинами, в уже существующих внутренних электросетях является следующий комплекс мер и мероприятий:

- выявление (с помощью современных методов диагностики), и замена неисправных автоматических выключателей;
- выявление (на основе измерений и расчетов), термонапряженных участков электросети и устранение причин их термонапряженности.

В работе так же отмечено, что подобные мероприятия могут проводится при проведении обычного комплекса периодических (согласно с нормами ПЭЭП) электроналадочных работ. Необходимым условием при этом является рациональное использование имеющихся и разработка новых методов инструментального контроля, как отдельных элементов, так и целых участков электросетей зданий и сооружений.

Для дальнейшего повышения надежности, пожаробезопасности и эффективности использования СЭ 0,4 кВ необходимо более широкое применение современных и разработка новых методов безразборной диагностики технического состояния различных элементов СЭ 0,4 кВ.



## Электромагнитная безопасность. Проблемы и пути решения

Государственный научно-исследовательский институт  
промышленной экологии Нижнего Поволжья, г. Саратов

В работе сформулированы научные принципы и основные пути реализации государственных мероприятий комплексных радиозокологических исследований.

Радиозокологические исследования предполагают решение следующих основных вопросов: постановку цели и задач исследования, разработку программы, получение результатов, их анализ, прогноз и выработку рекомендаций.

Как показал анализ литературы и собственный, более чем 20-летний опыт работ в области изучения радиоактивного загрязнения окружающей среды, перечисленные выше вопросы, недостаточно хорошо разработаны в научно-методическом плане.

Для Саратовской области, являющейся крупным промышленным регионом, проблема обеспечения радиационной безопасности имеет особую актуальность. На территории Саратовской области расположены 2 особоопасных объекта: Балаковская АЭС и объект захоронения радиоактивных отходов (ПЗРО) спецкомбината «Радон», обслуживающий 7 регионов РФ. Кроме того, более 300 предприятий и организаций используют в своей деятельности радиоактивные материалы и источники ионизирующего излучений различной активности.

Радиозокологические обследования, проведенные различными организациями как на ряде промышленных предприятий и учебных заведений г.г. Саратова, Энгельса, Балаково, Красноармейска и др., так и на территории области, выявили неучтенные источники ионизирующего излучения, а также отдельные очаги радиоактивного загрязнения местности с мощностью экспозиционной дозы (МЭД) гамма-излучения выше превышающие нормативные значения в 10-1000 раз. Эти результаты не позволяют оценить объективную ситуацию и разработать рекомендации по уменьшению воздействия радиации на объекты окружающей среды, т.к. нет данных по содержанию отдельных радионуклидов.

Из анализа вышеприведенной ситуации следует, что при проведении исследования не было системного подхода и единого методологического обеспечения.

Нами предлагается единая концепция системного подхода при проведении радиозокологических исследований и единая методология, конечной целью которой является оценка воздействия параметров радиационной обстановки на объекты окружающей среды и, в первую очередь, на человека (см. рисунок)



## **Организация мониторинга ЭМП**

Системный подход предполагает определение приоритета исследований и его аппаратурно-методическое обеспечение. Логическим завершением этих исследований станет разработка регламента в области радиационной безопасности.

В подтверждение наших предложений следует сказать, что производственная деятельность ряда предприятий топливно-энергетического цикла приводит к образованию концентрации естественных радионуклидов, превышающей нормативные уровни, что является грубым нарушением Законодательных актов по радиационной безопасности. Кроме того, необходимо отметить, что нарастающее загрязнение окружающей среды радионуклидами, является естественным следствием развития не регламентируемой хозяйственной и производственной деятельности. В этой связи, разработка условий перехода предприятий и организаций на новую систему экологической регламентации, обеспечивающую формирование региональной системы радиационной безопасности, является неотложной задачей сегодняшнего дня.

Работа является продолжением региональной программы «Обеспечение принципов устойчивого развития промышленного комплекса Саратовской области.»

В рамках Проекта впервые на основе анализа радиационной ситуации разрабатывается экологический регламент по фактору обеспечения радиационной безопасности для предприятий и организаций региона

В заключение следует сказать о том, что данный подход может быть использован и для оценки воздействия электромагнитного излучения.

### **СТРУКТУРА ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ В ЖИЛЫХ ПОМЕЩЕНИЯХ**

**А.Ю.Сомов**

**Саратовский государственный университет, г.Саратов**

Повышенный уровень электромагнитных полей (ЭМП) в жилых помещениях оказывает неблагоприятное воздействие на здоровье людей и особенно детей, живущих длительное время в этих условиях. Исследования структуры электромагнитных полей антропогенного происхождения в жилых помещениях было проведено на основе их классификация как по частотному диапазону ( ЭМП промышленной частоты и радиочастотного диапазона), социальным признакам групп риска (добровольный и вынужденный), месту расположения источника опасности (внутренние и внешние ЭМП). Общий электромагнитный фон в жилых помещениях создается как источниками, расположенными



## Электромагнитная безопасность. Проблемы и пути решения

---

вне жилого помещения, так и источниками расположенными непосредственно в жилом помещении. Как правило, основной вклад в излучение радиочастотного диапазона создают внешние источники, а излучение промышленной частоты создается внутренними источниками. Имеются лишь одиночные случаи превышения предельно допустимого уровня электромагнитного излучения, создаваемого в жилых помещениях источниками, расположенными в жилых помещениях. Такие ситуации возникают при расположении передающих радиотехнических объектов (коммерческих телерадиостанций, радилюбительских передатчиков, базовых станций сотовой связи, различного вида радиотелефонных удлинителей, релейных связей и пр.) непосредственно в жилых помещениях, либо расположении передающих антенн на крышах жилого строения.

Основными внутренними источниками электромагнитного излучения в квартирах являются электропроводка, лифтовое хозяйство и различная электробытовая техника (телевизоры, электронагревательные приборы, холодильники, компьютеры и прочее). Значительный вклад в уровень электромагнитного излучения промышленной частоты в квартире может вносить энергетическое оборудование здания (системы передачи и распределения электроэнергии, трансформаторы). Проведенные инструментальные измерения показывают, что напряженность электрического поля промышленной частоты даже в жилых домах, находящихся на границе охранной зоны ЛЭП, значительно меньше существующих нормативов. Повышенный уровень напряженности электрического поля фиксируется лишь в непосредственной близости от токоведущих проводов, при грубых нарушениях правил проведения электромонтажных работ либо аварийных ситуациях. Совсем иная ситуация складывается при анализе электромагнитной обстановке в квартире по критерию напряженности магнитной компоненты. Перенасыщенность современных квартир различной электробытовой техникой при отсутствии в подавляющем большинстве домов экранированной проводке приводит к значительному превышению действующих в Западной Европе нормативов по уровню напряженности магнитного поля (к сожалению в нашей стране такие нормативы отсутствуют). В докладе показывается, что превышение уровней ЭМП промышленной частоты в жилых помещениях в основном обусловлено внутренними источниками и может быть отнесено к добровольной группе риска.

В то время как антропогенное электромагнитное излучение промышленной частоты в квартирах в основном обусловлено внутренними источниками, электромагнитные поля радиочастотного диапазона вызываются внешними источниками и в подавляющем большинстве относится к вынужденной группе риска. Имеются



## **Организация мониторинга ЭМП**

отдельные случаи превышение предельно допустимых нормативов воздействия электромагнитного излучения радиочастотного диапазона в квартирах, создаваемого внутренними источниками. В основном это связана с размещением мощных (более 100 Вт) передатчиков радиочастотного диапазона непосредственно в квартирах (радиоловительские и коммерческие радиостанции), а также при размещении антенн ПРТО на крышах жилых зданий). К сожалению, действующие санитарные нормы и правила не запрещают эту порочную практику. При размещении передатчика радиочастотного диапазона в квартире значительно повышается уровень электромагнитного излучения не только в месте расположения передатчика, но и в смежных квартирах.

Проведенные инструментальные измерения показывают, что работа мощных телерадиопередающих центров на территории Саратовской области не создают значительной угрозы здоровью населения.

Значительно большую опасность представляют коммерческие телерадиостанции малой мощности (1-2 кВт). Как правило, такие ПРТО располагаются в густонаселенных районах многоэтажной застройки, имеют антенны расположенные не выше 40-50 метров от земли. Кроме того, сложилась порочная практика установки антенн непосредственно на крышах жилых зданий и размещение передатчиков в жилых помещениях. Из радиолокационных систем наибольшую опасность для населения представляют обзорные РЛС гражданского назначения и метеорологические системы при их расположении в пределах городской черты. Базовые станции систем сотовой связи не создают опасности для здоровья населения.

Проведенные исследования показывают, что основной акцент при регулировании ЭМП промышленной частоты должен быть смещен на просветительские методы, регулирование ЭМП радиочастотного диапазона должно осуществляться нормативными, правовыми, административными и экономическими механизмами.

### **ЛЮМИНИСЦЕНТНАЯ ЛАМПА – ИСТОЧНИК ПЕРЕМЕННОГО МАГНИТНОГО ПОЛЯ ПРОМЫШЛЕННОЙ ЧАСТОТЫ**

**В.А.Сосунов., В.И.Беляев**

**Саратовский государственный технический университет, г.Саратов**

Исследования последних лет подтвердили, что переменные магнитные поля промышленной частоты относятся к неблагоприятным факторам воздействия на организм человека.



## Электромагнитная безопасность. Проблемы и пути решения

Эти поля оказывают влияние на нервную и иммунную системы, сердечно-сосудистую систему, эндокринную. По характеру воздействия эти переменные магнитные поля аналогичны магнитным бурям, действующим в ограниченном пространстве. Этим обусловлен интерес к теоретическим оценкам величины и пространственного распределения переменного магнитного поля низкой частоты создаваемого теми или иными электрическими приборами, используемыми в промышленных и жилых помещениях. Одним из таких приборов является люминесцентная лампа, нашедшая широкое распространение.

Для теоретической оценки величины переменного магнитного поля промышленной частоты (50Гц), создаваемого такой лампой, была выбрана простейшая модель, в рамках которой лампа вместе с проводами присоединения ее к источнику напряжения и элементам схемы питания образует совокупность линейных проводников с током, которые и являются источником переменного магнитного поля в окружающем пространстве.

Для оценочного расчета магнитного поля воспользуемся законом Био-Савара-Лапласа, позволяющим определить поле от отрезка проводника с током. Тогда величина магнитной индукции **B** на расстоянии **b** от люминесцентной лампы в некоторой точке **M** будет определяться соотношением

$$B = \frac{\mu_0 I_m}{4\pi b} (\cos \alpha_1 - \cos \alpha_2)$$

где  $\alpha_1$  и  $\alpha_2$  – углы, под которыми точка **M** видна с концов люминесцентной лампы.

Суммарное магнитное поле системы (лампа и совокупность проводов) рассчитывается методом наложения. Результаты расчета и данные измерений суммарного магнитного поля лампы показаны на Рис.1. Исходные параметры для расчета имеют следующие значения: длина люминесцентной лампы  $L = 125\text{см}$ , расстояние от лампы  $b = 30\text{см}$ , действующее значение тока через лампу  $I = 0.5\text{А}$ .

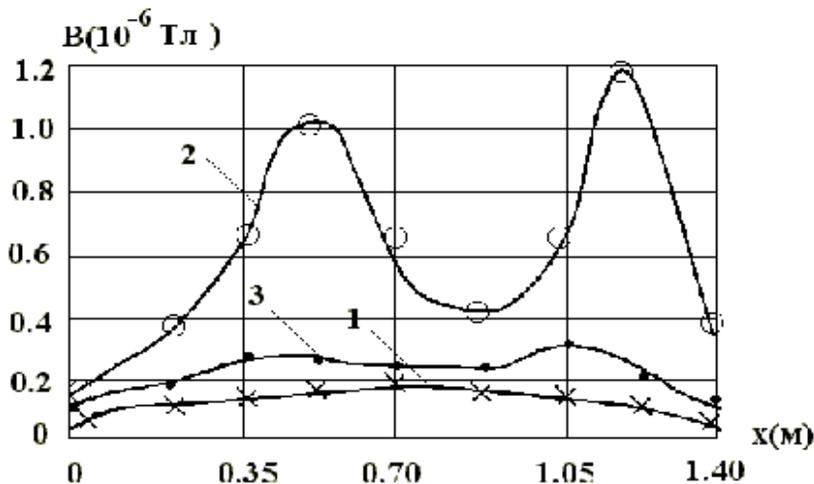


Рис.1

На рисунке представлены три кривые: 1-соответствует расчету по приведенной выше модели; 2-экспериментальные значения индукции снятые для реальной лампы вместе с пускорегулирующими устройствами, обеспечивающими ее работу; 3- экспериментальные значения индукции реальной лампы, но пускорегулирующие устройства удалены от баллона лампы на 50 см. Видно, что с учетом грубости исходной модели, результаты расчета неплохо коррелируют с данными эксперимента (кривые 1 и 3). Значительные расхождения экспериментальных данных с расчетными (кривая 2) объясняются сильными полями рассеяния, возникающими от пускорегулирующих элементов схемы питания люминесцентной лампы.

Таким образом, полученные результаты подтверждают, что использование люминесцентных ламп в качестве источников местного освещения рабочих стендов и столов, расположенных достаточно близко от рабочего места человека, может явиться фактором, неблагоприятно влияющим на его здоровье.

#### ЧИСЛЕННОСТЬ И АКТИВНОСТЬ РИЗОСФЕРНОЙ МИКРОФЛОРЫ ОВСА И ПОДСОЛНЕЧНИКА ПОД ВЫСОКОВОЛЬТНЫМИ ЛИНИЯМИ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧ

А.В. Тугарова, В.М.Смиян, А.В.Шигаев, В.И.Панасенко, М.И.Чумаков  
Институт биохимии и физиологии растений и микроорганизмов РАН,  
г.Саратов



## Электромагнитная безопасность. Проблемы и пути решения

Чувствительность и характер реакции на электромагнитные поля (ЭМП) различных частот варьируются в широких пределах (от позитивного до неблагоприятного и патологического (Шандала, 1998)). Низкочастотные электромагнитные поля (ЭМП) являются биологически активными (Каманиров, Кириллов, 1998). В основном, их действие изучалось по влиянию на животных и человека. В то же время, влияние низкочастотных ЭМП на природные биологические системы изучено в меньшей степени (Плеханов, 1990). К примеру, у дикорастущих растений из зоны влияния ЛЭП повышается содержание некоторых пигментов в составе тканей (Кашулин с соавт., 1999).

В наших исследованиях замеры напряженности ЭМП в месте наибольшего провисания проводов высоковольтной линии электропередач (ЛЭП-500) показали, что ЭМП превышает в несколько раз предельно допустимые в России санитарно-гигиенические нормы (Григорьев, 2000). Можно предположить, что излучение от ЛЭП-500 может оказывать воздействие на дикие и культурные растения, животных, насекомых и почвенную микрофлору в зоне влияния ЭМП. В данной работе оценивалось воздействие ЭМП от ЛЭП-500 на сельскохозяйственные растения и почвенную ризосферную микрофлору в течение нескольких месяцев.

Сухой вес надземной массы овса (фаза метелки), не подвергавшейся ЭМП, был несколько выше (в 1,2 раза) (данные 1999 г.). В зоне влияния ЭМП длина проростков овса была на 20 % ниже, по сравнению с растениями растущими в 100 м от ЛЭП-500 (контроль) (данные 2000 г.). Сухой вес надземной части контрольного подсолнечника, находящегося вне зоны действия ЭМП, значительно превосходил вес растений из зоны действия ЭМП. Известно, что более развитые растения, с большей фотосинтетической площадью способны поставлять больше продуктов фотосинтеза в корни и выделять их в почву в виде углеродсодержащих корневых эксудатов, которые служат источником углерода для ризосферной микрофлоры (Умаров, 1982). Более высокая потенциальная азотфиксация (ацетиленредукция) наблюдалась в ризосфере растений удаленных от влияния ЭМП. В зоне корней контрольного подсолнечника в начале вегетации наблюдалась более высокая численность аммонифицирующих бактерий. К концу вегетации различия исчезали. Таким образом, зарегистрировано отрицательное воздействие ЭМП от ЛЭП-500 на величину потенциальной нитрогеназной активности почвенной ризосферной популяции, длину проростков и сухой вес надземной части растений.

Работа поддержана грантом по программе «Интеграция-2000».



## Организация мониторинга ЭМП

### ЕДИНЫЙ СТАНДАРТ ДЛЯ ЭМП СПЕКТРА НЕИОНИЗИРУЮЩИХ ИЗЛУЧЕНИЙ.

И.Б.Ушаков, А.А.Галкин, В.Г.Зуев, О.В.Троицкий  
Институт военной медицины, г. Москва.

Неблагоприятное воздействие предельных уровней ЭМП от сверхнизких до сверхвысоких частот электромагнитного спектра было установлено многими исследованиями. Один из ведущих отечественных специалистов по данной проблеме, профессор Григорьев Ю.Г. в своем обзоре (2000 г.) делает акцент на существование отдаленных последствий биологического действия ЭМП при длительном его воздействии. При этом возможны образования опухолей молочной железы, головного мозга, лейкозов и нейродегенеративных болезней. Столь серьезные предупреждения обязывают усилить практику обеспечения надежной защиты людей. Настало время реорганизовать такие устои в проблеме обеспечения безопасности облучения, как нормативы воздействия ЭМП. К сожалению, большое количество проводимых симпозиумов, в том числе и международных, и с привлечением специалистов самого высокого класса, не позволяло до сих пор принять какие-либо единые рекомендации по стандартизации воздействия. Существенные различия в нормативах по странам, а внутри России - по отдельным полосам спектра ЭМП, во многом усложняют работу по санитарно-гигиенической оценке ЭМП.

Одним из путей преодоления неопределенности в практической оценке нормируемых уровней ЭМП является, на наш взгляд, разработка единого стандарта для спектра неионизирующих излучений от 0 до 300 ГГц в одном документе.

Как известно, сегодня имеются отдельно нормативы по ограничению воздействия статических электрических и магнитных полей, полей низких частот и полей радиочастот (ЭМП РЧ). Существуют отдельно нормативы для сотовой радиосвязи (ГН 2.1.8/2.2.4.019-94), хотя для частот работы сотовой радиосвязи уже есть норматив (СанПиН 2.2.2.542-96). Тоже самое и с нормативами для видеодисплеев персональных компьютеров (СанПиН 2.2.2.542-96) и нормативами на отдельные телевизионные передающие станции, что приводит к противоречиям.

Имеется также много вопросов по практическому использованию современного стандарта для ЭМП РЧ. Например:

- следует ли применять дозиметрический подход (энергетическая экспозиция) в оценке опасности переоблучения ЭМП?

- есть ли необходимость в стандарте раздваивать ПДУ по такому, весьма нечеткому параметру, как непрерывное и прерывистое воздействие?



## Электромагнитная безопасность. Проблемы и пути решения

---

- нужно ли представлять ПДУ в виде неограниченного количества строк в таблицах или же их просто заменить одной формулой, как это сделано в других странах? и т.д.

Разработка единого стандарта на весь спектр ЭМП от 0 до 300 ГГц позволит наглядно представить всю картину потенциальной опасности воздействия спектра ЭМП, выявить "белые пятна" не исследованных отдельных частотных полос ЭМП. Единый стандарт также позволит разработать концепцию по оптимизации измерительной техники ведущими фирмами России. Последнее чрезвычайно важное обстоятельство должно способствовать более активным разработкам необходимой компактной, достаточно точной и простой в обращении современной измерительной аппаратуры.

### ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ ОБСТАНОВКА В ЭКРАНИРОВАННЫХ СООРУЖЕНИЯХ

Э.Н.Фоминич\*, Д.В.Вилесов\*\*, В.Н.Никитина\*\*\*,  
А.Э.Фоминич\*

\*Военный инженерно-технический университет, г. Санкт-Петербург

\*\*Государственный Морской Технический Университет, г. Санкт-Петербург

\*\*\*Северо-Западный научный центр гигиены и общественного здоровья, г. Санкт-Петербург

Электромагнитная обстановка в экранированных сооружениях зависит от назначения сооружения (метрополитен, радиоэлектронные объекты, вычислительные центры, пункты управления и т.д.). В них специалисты подвергаются воздействиям электромагнитных полей радиочастотного и низкочастотного диапазона, непрерывных и импульсных с различными характеристиками модуляции. Для всех объектов, независимо от назначения, характерно наличие электромагнитных полей промышленной частоты, поскольку степень энергооборуженности таких сооружений достаточно высокая. Клинические проявления воздействия техногенных ЭМП всех частотных диапазонов однотипны. Это снижение работоспособности, нарушение памяти, внимания, изменения со стороны центральной нервной системы, укладывающиеся в понятие "неврозы". Воздействие техногенных ЭМП приводит к развитию патологии со стороны сердечно-сосудистой системы (ишемическая болезнь сердца, нарушения ритма, повышение или снижение артериального давления). Наблюдаются нарушения иммунитета, функций эндокринной и половой системы, раннее развитие атеросклеротических процессов в организме. Совокупность указанных патологических изменений определяется как



## Организация мониторинга ЭМП

“синдром преждевременного старения организма”. Ряд зарубежных и отечественных ученых связывают возрастающий рост раковых заболеваний с нарастанием электромагнитного загрязнения пространства жизнедеятельности человека. Патологическое действие низкочастотных (50 Гц) электромагнитных полей нашло экспериментальное подтверждение.

Другой аспект проблемы электромагнитной безопасности человека в экранированных сооружениях - это влияние ослабленного и искаженного естественного электромагнитного фона. Несмотря на признание факта неблагоприятного влияния на здоровье человека ослабленного и искаженного магнитного поля Земли, гигиенические регламенты на степень снижения естественного МП пока не установлена.

Экспериментальные исследования уровней ослабления геомагнитных полей в экранированных помещениях ряда объектов позволили получить полную картину степени экранирования естественных магнитных полей Земли. Анализ результатов измерений показывает, что во всех функциональных помещениях уровни индукции МП существенно ниже естественного фона. Картина распределения МП характеризуется большой сложностью. В разных точках рабочей зоны - местах постоянного и временного пребывания персонала, параметры магнитных полей существенно отличаются, что обусловлено свойствами экранирующих материалов, конструктивными особенностями помещений, а также присутствием объемных ферромагнитных масс. Отмечаются значительные градиенты полей в вертикальной и горизонтальной плоскости пространства.

Проведенные испытания убедительно показали, что в основных помещениях объекта, где работает обслуживающий персонал, уровни постоянных магнитных полей значительно ниже естественного фона, что приводит к отрицательному влиянию на организм человека. Данное обстоятельство приводит к необходимости разработки инженерно-технических мероприятий по компенсации дефицита естественного магнитного поля и устранению его неоднородности по объему помещения.

Исследования, выполненные на морских судах показали, что в основных помещениях уровни МП ослаблены до 8-15 раз, а общие закономерности распределения полей аналогичны зависимостям, полученным для экранированных сооружений. В жилых блочных домах экранирование МП находится на уровне 1.1-1.3, в метрополитене 1.4-2.5, в трамваях и автобусах 1.3-1.5.

Следует подчеркнуть, что в экранированных сооружениях наряду со специфической электромагнитной средой имеет место комплекс и других неблагоприятных для организма факторов: изоляция от



## Электромагнитная безопасность. Проблемы и пути решения

естественного света, отсутствие зрительной связи с внешним миром, ультрафиолетовая недостаточность, монотонное искусственное освещение, нарушение ионного режима.

Несмотря на всю очевидность неблагоприятных условий труда в экранированных помещениях, до настоящего времени не разработаны основополагающие документы санитарного законодательства, регламентирующие гигиенические требования к работам, выполняемым в условиях ослабленных магнитных полей Земли.

С целью улучшения условий труда в экранированных помещениях необходимо проводить комплекс исследований по разработке инженерно-технических и организационных мероприятий по защите эксплуатационного персонала от воздействия антропогенных электромагнитных полей и компенсации дефицита естественных магнитных полей с помощью специальных технических средств.

### ПРИНЦИПЫ И МЕТОДЫ БИОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА ЗОН ПОВЫШЕННОГО ЭКОЛОГИЧЕСКОГО РИСКА

Г.В.Шляхтин, Е.В.Завьялов

Саратовский госуниверситет, г.Саратов

В настоящее время во всем мире общепринято, что биологический мониторинг является самым дешевым методом оценки состояния окружающей среды. Он основывается на использовании биоиндикаторов – живых организмов (растений, животных, микроорганизмов, грибов и лишайников), «...присутствие, количество или особенности развития которых служат показателями естественных процессов, условий или антропогенных изменений среды обитания» (Биологический энциклопедический словарь, 1986, С. 62). Это связано с тем, что некоторые из живых организмов оказываются очень чувствительными, а иногда и избирательными, к условиям своего существования или отдельным факторам среды обитания – природно-климатическим, химическому составу и физическим свойствам воды, воздуха, почв, радиоактивному и электромагнитному фону и т.д.

В современной литературе имеются обширные данные по диагностике химического загрязнения почв, воды, воздуха. Показано, что живые организмы позволяют выяснить масштабы и закономерности воздействия, накопления и возможные источники попадания загрязнителей в окружающую среду. Однако один и тот же биологический эффект может порождаться разными факторами или их комплексом. Поэтому биологический мониторинг на современном этапе его развития в основном показывает «благополучна или патогенна» конкретная среда обитания и в большинстве случаев не отвечает на вопрос о причинах этого явления. В связи с этим биоиндикацию можно



## **Организация мониторинга ЭМП**

использовать при ранней диагностике состояния окружающей среды, после чего ее необходимо дополнять инструментальным контролем. Полевые исследования 1998-2000-х гг. по изучению воздействия электромагнитного излучения на биологические системы разных уровней организации (организменный, популяционно-видовой, биоценоотический) показали, что биологический мониторинг может быть вполне применим в отношении данного техногенного фактора (см. тез. в настоящем сборнике).



---

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ НОРМАТИВНО-ПРАВОВОЙ  
БАЗЫ РЕГУЛИРОВАНИЯ ВОЗДЕЙСТВИЯ ЭМИ**

**ВОПРОСЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПЛАТЕЖЕЙ ЗА ОТРИЦАТЕЛЬНОЕ  
ВОЗДЕЙСТВИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ИЗЛУЧЕНИЙ**

Ю.В.Бабина

Институт географии РАН, г. Москва

Методика расчета определения платы за отрицательное воздействие электромагнитных излучений и порядок ее взимания могут быть разработаны во исполнение Закона РСФСР "Об охране окружающей природной среды (ст.20) и в развитии постановления правительства РФ от 28.08.92. N 632

Наиболее предпочтительным объектом обложения должны быть не отдельные источники (которые исключительно многочисленны, а их владельцы определяются со значительными трудностями), а комплексы источников электромагнитных излучений радиочастотного диапазона, привязанные к определенным зданиям и сооружениям (антенным опорам).

Для расчета платежей за вредное воздействие электромагнитных излучений радиочастотного диапазона в качестве базового показателя целесообразно принять нормативный параметр энергетической экспозиции (ЭЭ), представляющий собой произведение плотности потока энергии (ППЭ) на время действия (для диапазона частот электромагнитных излучений более 300 МГц) или произведение квадрата напряженности электрической составляющей электромагнитного поля (E) на время его действия (для диапазона частот менее 300 МГц). На основе этого показателя суммарная интенсивность воздействия

(СИВ) расположенного на антенной опоре комплекса источников электромагнитных излучений, работающих в различных диапазонах радиочастот, определяется в соответствии с СанПиН 2.2.4./2.1.8.055-96 по формуле:

$$\text{СИВ} = \sum \text{ППЭ}_i / \text{ППЭ}_{\text{пду}i} + \sum (E_i / E_{\text{пду}i})^2,$$

где  $\text{ППЭ}_i$ ,  $\text{ППЭ}_{\text{пду}i}$  - фактическая и предельно допустимая плотность потока энергии излучения  $i$ -го источника (для диапазона частот более 300 МГц), мкВт/кв.см;

$E_i$ ,  $E_{\text{пду}i}$  - фактическая и предельно допустимая напряженность электрической составляющей электромагнитного поля  $i$ -го источника (для диапазона частот менее 300 МГц), В/м.

Суммарная величина платежей за воздействие электромагнитного излучения (П) может определять в зависимости от продолжительности работы источника, площади, на которую может распространяться вредное воздействие излучения, и плотности населения на этой площади:

$$П = \text{СИВ} * Т * S * П_n * У_y$$

где СИВ - суммарная интенсивность воздействия электромагнитного излучения передающего радиотехнического объекта;

Т - длительность действия радиотехнического объекта за отчетный период, час.;

S - средняя площадь биологически опасной зоны для данного типа радиотехнических объектов, кв.км;

$П_n$  - плотность населения на площади биологически опасной зоны, тыс.чел./кв.км;

$У_y$  - величина удельного экономического ущерба от негативного воздействия электромагнитных излучений, тыс.руб. в час на 1000 чел.

Для ориентировочной оценки удельного экономического ущерба от электромагнитного загрязнения окружающей среды и в величину этого ущерба можно включить доступные данные о потерях валового внутреннего продукта в связи с временной нетрудоспособностью, которые с определенной долей условности могут быть отнесены на последствия, обусловленные воздействием электромагнитных излучений радиочастотного диапазона, дополнительные расходы бюджетных средств и средств внебюджетного фонда обязательного медицинского страхования на медицинское обслуживание, выплаты по временной нетрудоспособности из внебюджетных фондов социального страхования, а также личные расходы населения на платные медицинские услуги и приобретение фармацевтических изделий в связи с функциональными расстройствами здоровья, обусловленными воздействием ЭМИ.

Для ориентированного расчета превышения степени распространения заболеваемости, обусловленной воздействием

электромагнитных излучений, над фоновой заболеваемостью, с соответствующими публикациями могут быть приняты опубликованные результаты гигиенических и клинко-экспериментальных исследований.

## ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В РЕГИОНЕ ПУТЕМ ПРИМЕНЕНИЯ ФИСКАЛЬНОГО И ФИНАНСОВОГО МЕХАНИЗМА

А.Н.Васильев

Саратовский государственный аграрный университет  
г. Саратов

Обеспечение экологической безопасности направлено на защиту жизненно важных экологических интересов человека, прежде всего прав на чистую, здоровую, благоприятную для жизни окружающую природную среду.

Имеющиеся санитарные нормы и толкования инструкций регулируют ведомственный характер и не вполне отображают санитарно-эпидемиологическое благополучие населения. Отсутствие необходимых нормативных и правовых документов федерального уровня в настоящее время свидетельствует о проблематичной возможности создания системы охраны окружающей природной среды от магнитных полей и иных вредных физических воздействий.

Наиболее распространенными из вредных физических воздействий является электромагнитное загрязнение. При постоянном воздействии линий электропередачи высокого напряжения, работы некоторых промышленных установок может привести к изменениям биологических процессов внутри организма человека. Создание санитарно-защитных зон, которые призваны создать барьер между источниками выделения в окружающую природную среду вредных электромагнитных волн радиочастот, статического электричества, ионизирующих излучений формируют техническую часть их ограниченности. В случаях нарушения указанных нормативов эксплуатации объектов, равно как строительство новых сооружений, деятельность может быть приостановлена административным решением согласно юридической ответственности.

Однако важнейшим элементом системы экономического стимулирования рационального использования природных ресурсов являются платежи. Платность природопользования включает плату за загрязнение окружающей природной среды и другие виды воздействия. Платежи за предельно допустимые меры воздействия выполняются за счет себестоимости продукции. Платежи за превышение этих нормативов - за счет прибыли, остающейся в распоряжении



## **Совершенствование нормативно-правовой базы**

природопользователя. В Саратовской области был разработан и введен временный механизм регулирования воздействия электромагнитного излучения. Применение методики расчета норматива платы и доля отчислений платежей за вредные воздействия электромагнитного излучения санкционирует порядок регулировать эколого-экономическую ответственность в причинении вреда. Данный механизм не освобождает природопользователя от выполнения мероприятий по возмещению причиненного вреда в результате совершения производственной деятельности. Многие организации восприняли введение платежа как откупные за последующую антиэкологическую деятельность. Другие установили взимаемую в бесспорном порядке плату с предприятий как штраф. В результате двоякого толкования, источник развития экономического стимулирования предприятий, электромагнитных загрязнителей, в сокращении и прекращении вредного воздействия на окружающую природную среду и здоровье человека не был одобрен практикой.

Несмотря на сопротивление природопользователей население продолжает воздействовать на общественность с целью исключения фактов распространения вредных физических воздействий. Особую роль правового регулирования в данном процессе должны сыграть фискальные и финансовые государственные органы.

Поэтому подобного рода платежи следует выделить в налоговой форме, в виде целостного экологического налога. Дифференцировать налог, в части расщепления по видам воздействия вполне позволяет включением финансовой системы федерального или местного казначейства. Схема государственного регулирования финансовыми потоками в полном объеме раскроет потенциал стимулирования предприятий.

Предлагаемая схема исключает двойное толкование, а источник развития заложен на самом природопользователе. Налоговая инспекция по информации комитета природных ресурсов имеет базу данных учета предприятий и организаций, являющиеся загрязнителями окружающей природной среды вредными физическими воздействиями. Установленная плата в виде налога в обязательном порядке уплачивается предприятием на открытый специальный счет в казначействе. Казначейство информирует исполнительные органы власти или внебюджетный фонд о доходах полученных от средств целостного экологического налога. Расходы, связанные с целевыми природоохранными мероприятиями распоряжением исполнительной дирекции фонда по реестру направляются получателю. Комплексный учет доходов и расходов средств за сверхлимитное загрязнение окружающей природной среды дает преимущество для экономического

стимулирования предприятий, ориентированных на решение вредного воздействия.



## Экономическая безопасность Проблемы и пути решения

В таком случае имеется необходимость проведения апробации существующей правовой базы, которая не противоречит федеральному законодательству.

### ВОПРОС ТЕНЕВОЙ ЭКОНОМИКИ ПРИ ВВЕДЕНИИ ЭКОНОМИЧЕСКИХ МЕХАНИЗМОВ РЕГУЛИРОВАНИЯ ВОЗДЕЙСТВИЯ ФИЗИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ ЗАГРЯЗНЕНИЯ НА ОКРУЖАЮЩУЮ ПРИРОДНУЮ СРЕДУ

А.Н Васильев.\* , А.А.Васильев \*\*

\*Саратовский государственный аграрный университет

\*\* Саратовская государственная академия права, г. Саратов

Сама активно-преобразующая деятельность человека по мощи и последствиям (как творческим, так и разрушительным) теперь сопоставима с самыми грозными силами природы. Вызвав к жизни могучие производительные силы, человечество не всегда может поставить их под свой разумный контроль. Уровень общественной организации, политическое мышление и экологическое сознание, духовно-нравственные ориентации еще весьма далеки от требований эпохи.

Исторический опыт показал, что разрушительные воздействия на природу оказывала хозяйственная деятельность, движимая лишь частным интересом. В нашей стране в противоречие с интересами общества, которое может нормально развиваться только в здоровой природной среде, вступали интересы ведомств, преследующих собственные, узкоэгоистические цели. Опыт показал также, что общество в состоянии ограничить негативное влияние частных интересов, оно может находить разумные способы регулирования отношений производства и природы.

Для того чтобы спасти положение, следует попытаться сконструировать модель выхода из экономического кризиса.

До 1/4 доходов в теневой экономике 70-х годов уходило на создание благоприятствующей инфраструктуры, т.е. на подкуп официальных лиц, которые распределяли фонды и обладали контрольными функциями.

В кругах широкой общественности в 80-х годах сформировалось устойчивое мнение о том, что бороться с теневой экономикой сугубо правовыми методами неэффективно. В практику стали вводиться экономические регуляторы. Среди таких следует выделить три основные.



## **Совершенствование нормативно-правовой базы**

Первый: разрушение монополизма государственной собственности на природные ресурсы и средства производства, воздействующие на природную среду.

Второй: изменение доминирующей роли господства военно-промышленного комплекса, пожирившего все средства для совершенствования технической возможности объектов с вредными физическими воздействиями.

Третий: трансформирование потребительской психологии, представленной в ограниченности и сбережение природных богатств государства.

В результате либерализации внешней торговли резко криминализировалась область бесконтрольности поставок энергопередающих и принимающих объектов. Обладая вредным физическим воздействием, электромагнитные поля и радиочастоты обволокли окружающую природную среду в производственных, общественных, жилых зданиях, на улицах городов и населенных пунктов, в загородных зонах отдыха населения, в местах массового скопления и размножения диких зверей и птиц.

В значительной части деятельность информационного частного бизнеса является «теневой», то есть не отображается в отчетности предприятий. Средневзвешенное значение доли теневого оборота составляет около 30%. Уровень теневой деятельности предприятий тесно связан с их системой расчетов. Чем выше доля альтернативных расчетов, тем более значительный может быть «серый» бизнес.

Несмотря на сопротивление «теневых» природопользователей, население продолжает активно воздействовать на общественность с целью исключения фактов распространения вредных физических воздействий на окружающую природную среду. Особую роль правового регулирования в данном процессе должны сыграть фискальные и финансовые государственные органы.

Комплексный учет доходов и расходов средств за сверхлимитное загрязнение окружающей природной среды дает преимущество для экономического стимулирования предприятий в сокращении и прекращении вредного воздействия.

Однако одно экономическое обеспечение не решает проблемы. Нужны экономические, административные, правовые средства, стимулирующие природопользователей и хозяйствующих субъектов к выполнению требований обеспечения электромагнитной безопасности.

В результате теневая экономика теснее соприкасается с социальной сферой. Если соотнести теневые доходы и потребительские расходы с официальными данными, то по нашим предположениям объем теневых информационных услуг превышает на порядок. Такой негативный

потенциал замедляет **Электромгнитная безопасность** реформы  
налогового законодательства **Проблемы и пути решения**

Подлинная перспектива выхода из экономического кризиса - в изменениях производственной деятельности природопользователя, его сознания и образа жизни.

## МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫЙ ПРИНЦИП В ЭКОЛОГИЧЕСКОМ ОБРАЗОВАНИИ СТУДЕНТОВ

М.Д.Гольдфейн, Н.В.Кожевников  
Саратовский государственный университет

Одним из основополагающих принципов при разработке концепции экологического воспитания и образования молодых специалистов кафедра охраны окружающей среды считает междисциплинарный подход к изучению антропогенных изменений в биосфере. Сотрудники кафедры, являясь специалистами в различных областях химической физики, в своей учебно-научной деятельности при рассмотрении механизмов процессов, протекающих в биосфере, используют знания физики, химии, математики, термодинамики, биологии и применяют методы математического и физического моделирования. Междисциплинарный подход позволяет устанавливать причинно-следственные связи в фундаментальном поведении и динамике различных биогеоценозов и в целом биосферы как глобальной экологической системы.

Большое внимание в курсах лекций и на практических занятиях со студентами университета всех специальностей уделяется проблемам, связанным с новым качеством обменных процессов (веществом, энергией, информацией) и взаимодействий в экосистемах. Общие и специальные курсы по дисциплинам "Экология", "Экология с основами геофизики", "Научные основы охраны окружающей среды", "Безопасность жизнедеятельности", "Концепции современного естествознания" объединяет фундаментальный и прикладной характер изучаемых проблем, их связь с естественнонаучными и гуманитарно-социальными областями знаний, а также взаимообусловленность с жизнью человека.

Одним из направлений реализации междисциплинарного принципа в экологическом образовании является его применение при изучении влияния электромагнитных полей на процессы жизнедеятельности. Такая обусловленность определяется как зависимостью механизмов протекания биохимических реакций (в том числе ферментативного катализа) в живых организмах от параметров электромагнитного излучения (длины волны, частоты, интенсивности, электрической и



магнитной напряженностей), так и использованием математических и физико-химических методов исследования. Вопросы энергетических, в том числе электромагнитных, загрязнений окружающей среды отражены в учебниках "Проблемы жизни в окружающей среде" (1995 г.) и "Основы экологии, безопасности жизнедеятельности и охраны окружающей среды" (2000 г.), авторами которых являются сотрудники межфакультетской кафедры охраны окружающей среды СГУ.

### **РОЛЬ РЕГИОНОВ В СОЗДАНИИ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ**

**А.Н. Грешневилов, Г.И.Лескова, А.Н.Маликов, А.К.Мирошин,  
А.Э.Мяки, Е.К. Нестеров, А.Ю Сомов**

Комитет Госдумы РФ по экологии, Совет Безопасности Саратовской области, Комитет по охране окружающей среды Саратовской области, Саратовский госуниверситет.

Решение проблемы электромагнитного загрязнения окружающей среды в настоящее время затруднено отсутствием в России необходимой правовой и нормативной базы, принятой в подавляющем большинстве развитых стран. Имеющиеся в нашей стране многочисленные инструкции, санитарные нормы чаще всего носят ведомственный характер и позволяют двойное толкование. В результате этой нормативной неопределенности сложилась порочная практика установки антенн мощных (более 100 Вт) радиопередающих систем на крышах жилых зданий вблизи школ, больниц, детских садов, работы передающих радиотехнических объектов без разрешения органов санэпиднадзора. Причем, в большинстве случаев, при выдаче разрешений не учитывается уже сложившаяся напряженная электромагнитная обстановка.

Действующие правовые акты в обеспечении экологической безопасности (Конституция РФ, закон РФ «О безопасности», закон РСФСР «Об охране окружающей природной среды», закон РФ «Об охране здоровья граждан», закон РФ «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения»), неадекватно отражают сущность произошедших перемен и не позволяют интегрировать в единый процесс социальные и экономические механизмы.

В настоящее время проблематично говорить о возможности создания системы электромагнитной безопасности на территории всей России. Совокупность взаимосвязанных проблем в данной области не позволяет их эффективно и в приемлемые сроки разрешить на федеральном уровне. Поэтому наиболее рациональным путем построения федеральной системы электромагнитной безопасности является первоочередное создание опытных региональных подсистем, на которых экспериментально будут опробованы и разработаны новые

технологии управления **Электропроблема безопасности** новые новации, позволяющие реализовать **Проблемы и управление** населения и создать приемлемую окружающую среду. Проведение эксперимента на одной ограниченной территории даст возможность свести к минимуму цену ошибки, быстро накапливать опыт реализации моделей систем электромагнитной безопасности. Накопленный положительный опыт позволит первоначально распространить системы обеспечения безопасности на основные регионы страны и в дальнейшем создать систему электромагнитной безопасности на территории всей России.

Проблему экологической безопасности России следует решать в каждом конкретном регионе, отличающимся условиями природной среды, структурой источников ЭМИ и уровнем достигнутой техногенной нагрузки, поскольку именно на региональном уровне существует большее понимание конкретных экологических проблем и он больше всего заинтересован в создании системы экологической безопасности. Проблемы управления факторами риска жизни человека наиболее актуальны на региональном уровне и сопряжены с комплексом проблем производственной безопасности, охраны природы и рационального использования природных ресурсов, созданием условий для безопасного и гармоничного развития личности.

Вследствие отсутствия необходимых нормативных и правовых документов федерального уровня, регионы России уже пытаются самостоятельно решать проблемы обеспечения безопасности населения в условиях воздействия на него электромагнитного излучения. Одним из первых в России комплексное решение проблемы электромагнитного загрязнения окружающей среды предприняло Правительство Москвы. В Москве введены новые санитарные правила и нормы защиты населения от электромагнитных полей передающих радиотехнических объектов и на основании их - новый порядок строительства зданий вблизи источников электромагнитного загрязнения окружающей среды. Московские санитарные правила и нормы по электромагнитному излучению гораздо жестче российских. Но главное их достоинство не в ужесточении санитарных норм, а в строгой регламентации порядка установки и ввода в эксплуатацию передающих радиотехнических объектов (ПРТО), не дающего практически никаких лазеек для бесконтрольного облучения населения электромагнитным излучением. В Саратовской области была предпринята попытка введения экономических механизмов регулирования воздействия электромагнитного излучения. В Санкт-Петербурге подготовлен Закон об электромагнитной безопасности населения, комплексное решение проблемы электромагнитной безопасности планируется в Татарии. В настоящее время проблематично говорить об эффективности принятых в регионах нормативно-правовых актов и возможности их



## **Совершенствование нормативно-правовой базы**

использования на территории всей России. Так, непосредственное применение введенных в г. Москве вышеуказанных нормативных и правовых актов в других регионах затруднено вследствие существенных отличий в структуре электромагнитного загрязнения, оснащенности надзорных и контрольных органов, уровне информированности населения, региональных особенностей набора физических, химических и биологических факторов риска. Например, введение Московских санитарных норм на территории Саратовской области затруднено отсутствием в них гигиенических нормативов к обзорным и сканирующим системам, практическими сложностями контроля имеющейся измерительной аппаратурой предлагаемых уровней гигиенических нормативов в условиях сложившегося многочастотного и многофакторного электромагнитного воздействия. Кроме того, введение жестких гигиенических нормативов привело бы к фактическому запрету деятельности целого ряда жизненно важных для региона предприятий. Необходимо также учитывать, что принятые в регионах нормативно-правовые акты зачастую находятся в противоречии с Федеральным законодательством.

В докладе обосновывается необходимость проведения апробации законодательных новаций на территории отдельных регионов при деятельном участии заинтересованных федеральных органов (прежде всего Миннауки и Минприроды России) и распространении их положительного опыта на территорию всей России. Правовой основой проведения экспериментов в отдельных регионах мог бы стать Закон «Об экспериментальных экологических территориях» либо соответствующее постановление Правительства РФ.

### **ОЦЕНКА ЭКОНОМИЧЕСКОГО УЩЕРБА ОТ ВОЗДЕЙСТВИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ**

**А.А.Кравченко, А.Ю.Сомов\*, В.А.Щербаков**

**Саратовский государственный социально-экономический университет**

**\*Саратовский государственный университет, г.Саратов**

Оценка экономического ущерба от воздействия ЭМП дает основу для решения трех важных задач:

1. Организации **электромагнитная безопасность** окружающей среде от **электромагнитного излучения**;
2. Получения средств для компенсации ущерба здоровью населения и окружающей среде, нанесенного воздействием ЭМИ;
3. Обеспечения материальной базы для нейтрализации источников повышенной электромагнитной опасности.

Методической базой оценки могут служить положения Методики определения предотвращенного экологического ущерба, принятой Госкомэкологией 30 ноября 1999 г. Ущерб определяется путем нахождения среднестатистической алгебраической суммы произведений удельного ущерба на объемы отдельных загрязнителей.

Нормативы степени опасности различных видов ЭМЗ, удельные стоимостные характеристики могут быть определены на основании оценки уровня риска вредного воздействия ЭМИ на окружающую среду и числа рисков. Для оценки экономического ущерба от воздействия ЭМИ необходимо определить значение стоимости единицы риска, вероятность возникновения единицы риска и количество населения в зоне риска. Наиболее сложную задачу представляет собой определение величин вероятности поражения (вероятности возникновения риска) и стоимости единицы риска.

Анализ отечественных и зарубежных материалов по оценке риска воздействия ЭМИ позволяет принять приемлемым воздействие ЭМИ при следующих уровнях вероятности поражения:

- на уровне  $10^{-4}$  - при интенсивности воздействия в пределах московских санитарных норм;
- $10^{-3}$  - при уровне воздействия в пределах действующих федеральных нормативов
- и  $10^{-2}$  - при трехкратном превышении интенсивности воздействия действующих гигиенических нормативов.

При превышении данных параметров вероятности источник может считаться опасным для окружающей природной среды и нуждающимся в дополнительных средствах защиты, что и обуславливает величину стоимостных нормативов. Для обоснования стоимостных нормативов следует также разработать стоимостную оценку воздействия ЭМИ на здоровье людей. Здесь приемлемо воспользоваться методом оценки «человеческого капитала». При использовании этого метода оценивается стоимость ухудшения здоровья в результате экологических изменений. Необходимые исходные данные получают на основании эпидемиологических материалов, экспериментов с использованием контрольных групп или других наблюдений, связанных с вероятным воздействием качества окружающей среды на здоровье людей. Экономическая стоимость ухудшения состояния здоровья определяется посредством оценки его воздействия на производительность работника



## **Совершенствование нормативно-правовой базы**

(в этом методе не учитываются субъективная оценка человеком состояния своего здоровья, его готовность платить за улучшение здоровья, стоимостная оценка боли и страданий и т.д., хотя они несомненно имеют важное значение).

В докладе обсуждаются положения, которые легли в основу утвержденного Саратовской областной Думой Временного порядка определения платы и ее размеров за электромагнитное воздействие на окружающую среду передающих радиотехнических объектов в пределах допустимых нормативов.

### **ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОЛОГИИ ДОБРОВОЛЬНОГО И ВЫНУЖДЕННОГО ЭКОЛОГИЧЕСКОГО РИСКА ДЛЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ НОРМАТИВНО-ПРАВОВЫХ МЕХАНИЗМОВ РЕГУЛИРОВАНИЯ ВОЗДЕЙСТВИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ**

**А.Ю.Сомов**

**Саратовский госуниверситет, г.Саратов**

Основные направления изменений современного риска жизни человека обусловлены ростом антропогенных нагрузок и воздействий, происходящим вследствие переноса опасностей, имеющим раньше место только в техносфере, в среду постоянного обитания человека - геосферу и биосферу. Наиболее ярким примером этого класса опасностей является электромагнитное излучение. Если буквально 10-15 лет назад воздействию гигиенически значимых уровней электромагнитного излучения подвергался ограниченный круг людей-профессионалов, то в настоящее время можно говорить о риске воздействия электромагнитных полей на все население.

Риск жизни человека проявляется в двух формах - добровольный и принудительный (вынужденный) риск. Условиями отнесения риска к одной из форм служат методически обусловленные осведомленность и согласие человека принять или не принять на себя дополнительные нагрузки и воздействия, опасные для здоровья и жизни. В настоящее время проблематично говорить о возможности снижения уровня электромагнитных полей до естественного электромагнитного фона. Основная цель системы электромагнитной безопасности - обеспечить приемлемый уровень опасных для жизни человека воздействий электромагнитных полей и компенсировать человеку нанесенный ущерб. Основные задачи системы электромагнитной безопасности - регулирование (снижение, предупреждение, предотвращение) воздействий ЭМИ, защита от них человека, гео и биосферы, реабилитация здоровья человека и восстановление экосистем.

Целью формирования **Электромгнитная безопасность** является контроль и подде **Проблемы и пути решения** адаптированного уровня техногенного риска жизни, обусловленного ЭМИ, создание благоприятных условий для жизнедеятельности человека.

Понятие техногенного риска жизни можно применять к конкретному человеку, сообществу людей, объединяемых по тому или иному признаку (например, по территории проживания, профессии). Существующая в настоящее время нормативно-правовая база регулирования воздействия ЭМИ выделяет конкретного человека, сообщества людей по признаку – связано ли воздействие ЭМИ с профессиональной деятельностью или нет. Не вызывает сомнения принцип отнесение профессионального риска к категории добровольного, в тоже время отнесение риска воздействия ЭМИ на население к категории вынужденного в настоящее время неправомерно. В подавляющем большинстве случаев население подвергает себя риску воздействия ЭМИ добровольно (сознательно или неосознанно). Индивидуальный риск жизни должен выбираться человеком добровольно. Нормирование (принудительное) индивидуального электромагнитного риска жизни должно осуществляться на стадиях детства и репродукции жизни человека. На стадиях социальной активности человека индивидуальный техногенный риск должен добровольно им выбираться – в этом есть элемент свободы человека. Общество обязано лишь определить данный риск и предупредить человека о потенциальных опасностях. Добровольный риск подлежит компенсации со стороны виновника рискованной ситуации.

В докладе обосновывается необходимость учета разделения риска воздействия ЭМИ на добровольный и вынужденный при совершенствовании нормативно-правовой базы регулирования. Причем при регулирование вынужденного риска предпочтение следует отдавать нормативным, административным и экономическим механизмам, при регулировании добровольного риска приоритетными должны стать просветительские методы. Одной из основных задач системы электромагнитной безопасности должен стать перевод вынужденного риска в риск добровольный.

## О СОВЕРШЕНСТВОВАНИИ ЭКОНОМИЧЕСКОГО МЕХАНИЗМА РЕГУЛИРОВАНИЯ ВОЗДЕЙСТВИЯ ПЕРЕДВИЖНЫХ ИСТОЧНИКОВ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА

Т.К.Фомичёва

Комитет по экономике администрации г.Саратова

Одним из главных загрязнителей атмосферы городов является автотранспорт. Из-за резкого падения производства негативное



## Совершенствование нормативно-правовой базы

воздействие предприятий на состояние атмосферы значительно уменьшилось. В то же время, выбросы загрязняющих веществ от автотранспорта прогрессивно растут, и доля их составляет более 70% от общего объема выбросов загрязняющих веществ.

Резкое ухудшение состояния атмосферного воздуха за счет выбросов от автотранспорта заставляет многие города России искать пути решения этой проблемы.

Первыми шагами по поиску новых подходов к совершенствованию системы платежей за загрязнение окружающей среды автотранспортом явились нормативные документы Татарстана, Нижнего Новгорода и Саратова.

Город Саратов в течение нескольких лет являлся полигоном для апробации перспективных направлений по совершенствованию экономического механизма природопользования. Это позволило провести эксперимент по совершенствованию контроля за выбросами от передвижных источников.

Побудительным моментом послужило то обстоятельство, что доля передвижных источников в общем объеме платы за загрязнение природной среды составляла лишь 3%. Это явилось следствием того, что платежами охватывалась только десятая часть автотранспорта, принадлежащего юридическим лицам. Частные же владельцы, в руках которых находились не только легковые (97,6%), но и более 40% грузовых автомобилей, загрязняя атмосферный воздух выхлопными газами, плату за это не вносили. Принцип "загрязнитель платит" на них не распространялся.

В г.Саратове за основу был взят принцип включения платы за выброс загрязняющих веществ в цену на реализуемое топливо. Размер платы был определен исходя из анализа динамики природоохранных платежей и цен на топливо.

В зависимости от вида топлива норматив платы за выброс в атмосферу был установлен дифференцированно в следующих размерах:

бензин этилированный - 5 процентов от цены завода-изготовителя;

бензин неэтилированный - 2 - "

дизельное топливо - 3 - "

Основные положения предложенного механизма сводились к следующему: плата за выброс вносилась плательщиками не напрямую в бюджет и экофонд, а через посредника - организацию, реализующую в городе топливо.

Предприятия и организации, транспорт которых заправлялся на городских АЗС, плату вносили при покупке ГСМ и от представления отчетов по этому виду загрязнения были освобождены. Многократно сократилась работа по сбору справок о расходе топлива. Если ранее

отчеты представляло **Электронная безопасность** города, то по экспериментальному порядку **Бюджетно-100 Пути решения**

Поскольку на торгующие организации была возложена дополнительная работа по сбору платы, то часть ее (5% от доли, поступающей в экофонд) оставлялась на премирование работников, осуществляющих ее взимание.

С целью компенсации убытков для организаций и предприятий, получающих дотацию на приобретение топлива из бюджетов разных уровней, было принято решение об отчислении в областной и городской бюджеты по 5 %.

За три года в результате проведения эксперимента (с 1995 по 1998 гг.) в экофонд г.Саратова поступило 5 млн.руб., что на порядок превысило сумму платы от передвижных источников, исчисленную по действовавшему до эксперимента механизму. Это позволило направить дополнительные средства на финансирование объектов природоохранного назначения и озеленение города. Расходование средств, поступивших от эксперимента в экологический фонд города, производилось в соответствии с программой, одобренной Областной думой.

За время эксперимента был отработан порядок расчета и перечисления средств предприятиями-потребителями ГСМ и коммерческими организациями, осуществляющими торговлю бензином и дизтопливом. А также порядок взаимодействия комитета по охране окружающей среды и районных налоговых инспекций, касающийся учета плательщиков за загрязнение природной среды и перечисления средств.

С окончанием эксперимента снижения цен на ГСМ не произошло, потому что 2 коп. на литр бензина при стоимости его 2 руб. не оказывали существенного влияния. Цены продолжали расти и без экологической надбавки. А вот экологические фонды и бюджеты (местный, областной и федеральный), поскольку от этой платы производились отчисления во все уровни бюджетов, в доходах потеряли.

## ПРИРОДООХРАННЫЕ ЗАТРАТЫ В РАЗЛИЧНЫХ ОТРАСЛЯХ ПРОМЫШЛЕННОСТИ РОССИИ

Д.С.Хуснутдинов

Федеральной экологический фонд, г.Москва

Реализация природоохранных мероприятий связана с осуществлением значительных затрат, мотивацию которых должна обеспечивать система экологических и природоресурсных платежей. Однако современные ставки платежей за природопользование не отражают



## **Совершенствование нормативно-правовой базы**

фактических изменений в ценности природных ресурсов и уровне затрат на предотвращение загрязнения окружающей среды относительно общего масштаба цен.

В настоящее время размер платежей за сброс загрязнений в водные объекты и воздушный бассейн несопоставим по масштабам с уровнем затрат на извлечение из сточных вод, улавливание и обезвреживание загрязняющих веществ.

Основными видами целевых расходов, связанных с природопользованием, являются текущие затраты на охрану природной среды, затраты на капитальный ремонт основных производственных фондов по охране окружающей среды и экологические платежи, включая плату за допустимые и сверхнормативные выбросы (сбросы) загрязняющих веществ в водные объекты, подземные горизонты, атмосферный воздух и за размещение отходов.

Укрупненное сопоставление этих расходов с величиной товарной продукции промышленности, являющейся основным загрязнителем природной среды Российской Федерации, показывает, что выплаты предприятий за допустимое и сверхнормативное загрязнение природной среды в сумме измеряются сотыми долями процента от объема промышленной продукции в действующих ценах.

Затраты на капитальный ремонт основных производственных фондов по охране окружающей среды относительно объемов промышленного производства более значительны, но имеют тенденцию к сокращению и в 1996 г. составляли десятые доли процента относительно стоимости выпущенной промышленной продукции. Ведущее место в структуре целевых расходов, связанных с природопользованием, занимают текущие затраты предприятий на охрану природной среды, значение которых возрастает.

Большая часть всех расходов, связанных с природопользованием и охраной окружающей среды (текущие затраты на охрану природной среды, плата за нормируемое загрязнение природной среды, плата за природные ресурсы) осуществляется за счет себестоимости. В 1996 г. текущие затраты на охрану природной среды составляли 3,52% себестоимости выпущенной в России промышленной продукции (в том числе, текущие затраты на охрану и рациональное использование водных ресурсов 1,39%, на охрану атмосферного воздуха - 0,68%, на охрану окружающей среды от твердых отходов производства и потребления - 0,21%, на рекультивацию земель - 0,05%). Плата за допустимые сбросы (выбросы) загрязняющих веществ в природную среду и размещение отходов была на 2 порядка ниже - 0,065% себестоимости промышленной продукции (в том числе, плата за допустимые сбросы загрязнений в водные объекты 0,015% и, за допустимые выбросы вредных веществ в атмосферный воздух 0,021%, за допусти-

мое размещение отходов (0,025%) и плата за сверхнормативные ресурсы составляла 1,1% себестоимости продукции (в том числе плата за водные и лесные ресурсы по 0,14%, за недра 0,71%, за землю 0,23%).

Платежи за сверхнормативное загрязнение окружающей среды, а также иски и штрафы, взыскиваемые в возмещение ущерба, причиненного нарушением природоохранного законодательства, подлежат выплате из прибыли, остающейся у предприятия, и должны оказывать более сильное воздействие на финансово-экономические результаты производства. Но в 1996г. они были крайне незначительны: в целом по России плата за сверхнормативные выбросы (сбросы) загрязняющих веществ в природную среду и размещение отходов предприятиями промышленности по данным формы статотчетности 4-ОС составляла немногим более 400 млрд.руб.; средства (иски) и штрафы, взысканные в возмещение ущерба около 160 млрд.руб. Это составляло соответственно 0,48 и 0,19% балансовой прибыли промышленности.

Анализ целевых ресурсов, связанных с природопользованием и охраной окружающей среды в Российской Федерации, показывает их отраслевую и территориальную дифференциацию. Вместе с тем, при сопоставлении рассматриваемых расходов с основными характеристиками промышленности, которая является преобладающим субъектом природопользования, значительного участия этих расходов в формировании экономических показателей промышленных предприятий не обнаруживается ни в отраслевом, ни в территориальном разрезе. Текущие затраты на охрану природы (преимущественно на охрану водных ресурсов), занимающие ведущее место в структуре целевых расходов, связанных с природопользованием, во всех отраслях экономики и в большинстве экономических районов Российской Федерации (на 1-23 порядка) превышают размер экологических платежей и практически не стимулируются наличием этих платежей. В основном осуществление текущих затрат на охрану природы диктуется традициями сложившейся организации производства (включая эксплуатацию имеющихся основных производственных фондов на охрану окружающей среды). Отсутствие действенной экономической мотивации в сложных финансовых условиях не способствует расширению природоохранной деятельности, адекватному усилению экологических требований к производству, что может свидетельствовать о постепенной утрате стимулирующей роли системы экологических платежей ввиду их многократного отставания от других видов затрат в результате инфляционных процессов последних лет.



**Совершенствование нормативно-  
правовой базы**