

УДК 537.868:612.014.42

## СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ИССЛЕДОВАНИЙ ВЛИЯНИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ИЗЛУЧЕНИЙ НА ОРГАНИЗМ ЧЕЛОВЕКА

**А. П. Черный, В. В. Никифоров, Д. И. Родькин, В. Ю. Ноженко**

Кременчугский национальный университет имени Михаила Остроградского  
ул. Первомайская, 20, г. Кременчуг, 39600, Украина. E-mail: [apch@kdu.edu.ua](mailto:apch@kdu.edu.ua)

Рассмотрены основные источники электромагнитных излучений естественного и антропогенного происхождения. Описаны возможные изменения в организме человека под влиянием высокочастотных и низкочастотных излучений, приведены основные приборы для измерения, а также способы и средства защиты от них. Охарактеризованы наиболее распространенные источники электромагнитного поля, под влиянием которого находится каждый человек. Обсуждаются перспективы исследований, направленных на унификацию и оптимизацию международных и национальных нормативов предельно допустимых уровней воздействия электромагнитных излучений на человека и биоту.

**Ключевые слова:** электромагнитное поле, источники электромагнитного излучения, воздействие на человека и биоту, предельно допустимый уровень.

## СУЧАСНИЙ СТАН ДОСЛІДЖЕНЬ ВПЛИВУ ЕЛЕКТРОМАГНІТНИХ ВИПРОМІНЮВАНЬ НА ОРГАНІЗМ ЛЮДИНИ

**О. П. Чорний, В. В. Никифоров, Д. Й. Родькін, В. Ю. Ноженко**

Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського  
вул. Першотравнева, 20, м. Кременчук, 39600, Україна. E-mail: [apch@kdu.edu.ua](mailto:apch@kdu.edu.ua)

Розглянуто основні джерела електромагнітних випромінювань природного та антропогенного походження. Описано можливі зміни в організмі людини під впливом високочастотних і низькочастотних випромінювань, наведено основні прилади для вимірювання, а також способи та засоби захисту від них. Охарактеризовано найбільш поширені джерела електромагнітного поля, під впливом якого знаходиться кожна людина. Обговорюються перспективи досліджень, спрямованих на уніфікацію та оптимізацію міжнародних та національних нормативів гранично допустимих рівнів впливу електромагнітних випромінювань на людину і біоту.

**Ключові слова:** електромагнітне поле, джерела електромагнітного випромінювання, вплив на людину і біоту, гранично допустимий рівень.

**АКТУАЛЬНОСТЬ РАБОТЫ.** Современная способность человечества создавать и эффективно использовать новейшие разработки в области науки и техники позволяет получать необходимую для жизни общества продукцию и удовлетворять его растущие потребности. Это повысило комфортность проживания человека в условиях технократического общества, но при этом породило множество факторов, влияющих на его нормальную жизнедеятельность. Среди них электромагнитное излучение (ЭМИ). К числу его источников, кроме электроэнергетических систем и генерирующих электроэнергию установок, относятся бытовые электрические приборы, поэтому целью настоящей работы является критический анализ современного состояния изученности влияния электромагнитного поля (ЭМП) на организм человека, а также предварительный синтез существующих литературных и оригинальных данных в этой области.

**МАТЕРИАЛ И РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ.** Под ЭМП мы понимаем особую форму материи, посредством которой осуществляется взаимодействие между заряженными частицами и представляющую собой совокупность электрического и магнитного полей, при определенных условиях порождающих друг друга. А в понятие ЭМИ вкладывается

пространственное распространение от источника взаимосвязанных переменного электрического и магнитного полей с конечной скоростью.

В соответствии с авторской интерпретацией ранее известных данных [1, 2], источники электромагнитных излучений принято разделять на две группы: естественные и антропогенные (рис. 1). Следует отметить, что человек в процессе своей жизнедеятельности постоянно находится под влиянием электромагнитного поля Земли. Такое поле является фоном, считается, что оно не наносит вреда организму человека и необходимо для нормальной жизнедеятельности. Природный электромагнитный спектр охватывает волны длиной от  $1 \cdot 10^{-14}$  до  $1 \cdot 10^{-2}$  м [1]. Уровень естественного электромагнитного фона в некоторых случаях бывает на несколько порядков ниже уровней электромагнитных излучений, создаваемых антропогенными источниками.

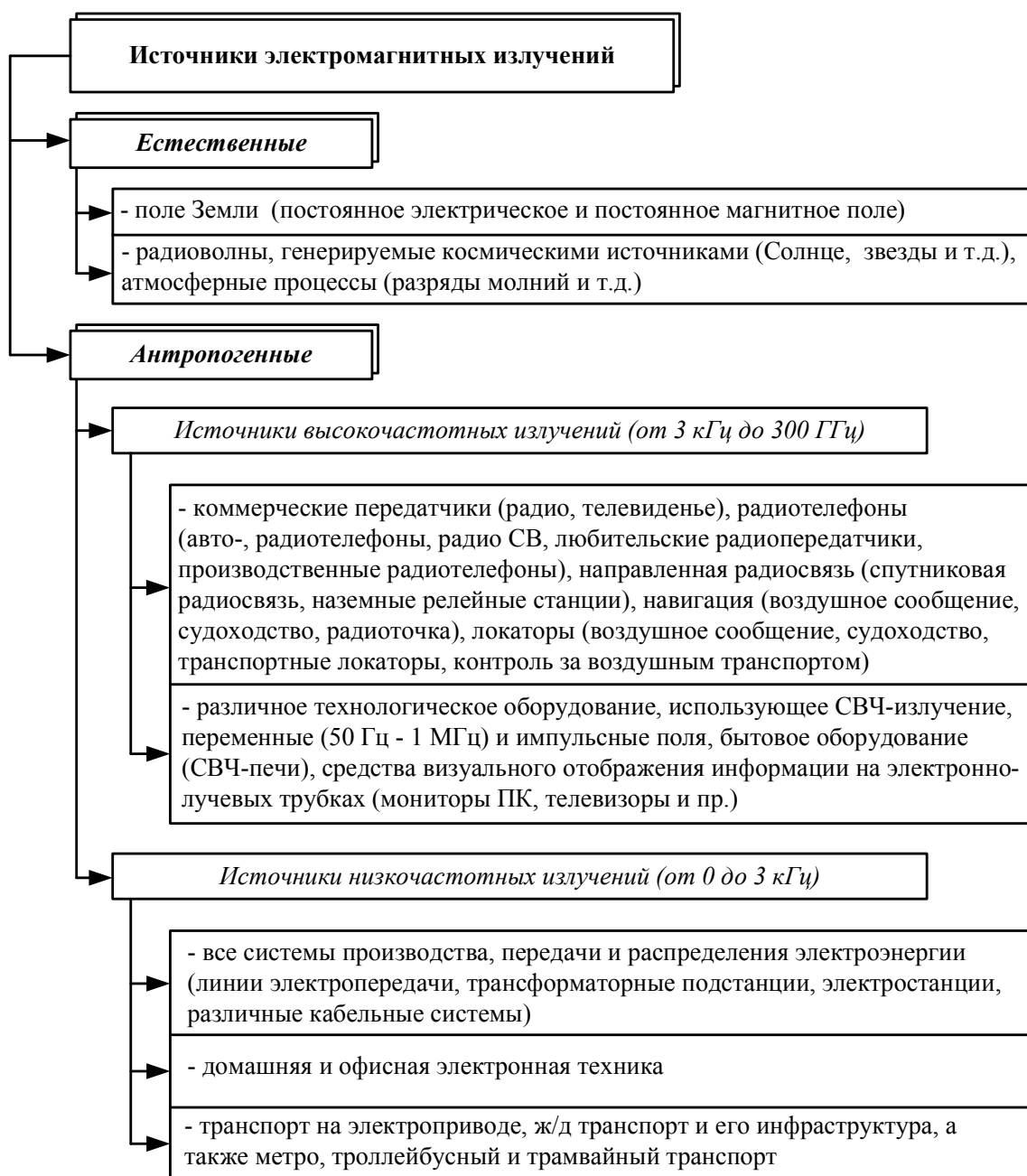


Рисунок 1 – Классификация источников электромагнитных излучений

Поскольку антропогенные (главным образом, техногенные) источники усиливают фоновое излучение, неуклонно повышают его в ходе научно-технического прогресса и превращают ЭМП в опасный экологический фактор для людей, работающих с ними, а также населения, проживающего вблизи источников промышленных ЭМП или пользующегося электробытовой техникой [3], то вопросы влияния ЭМП на организм человека в рамках условий современной жизни активно обсуждаются в научных кругах. В частности, С.Е. Селиванов, В.В. Филенко, А.В. Бажинов, Э.Н. Будянская [1] исследовали влияние ЭМИ автотранспорта на человека; С.Ю. Шевченко рассмотрел влияние энергетического оборудования на окружающую среду [4]; Г.А. Кураев, В.Б. Войнов, Ю.Н. Моргалев описали вред от персональных компьютеров (ПК) и привели способы, позволяющие минимизировать негативные последствия длительной работы за компьютером [5]; Я.А. Савицкая, В.В. Паслен проанализировали исследования по влиянию мобильных телефонов [6, 7]; В.С. Мартынюк, Ю.В. Цейслер, Н.А. Темурьянц изложили воздействие слабых ЭМП крайне низких частот на организм человека на клеточном и организменном уровне [8]; Н.В. Тиханков, Е.Н. Тиханков, Э.А. Плешко предложили методы нейтрализации негативного влияния различных источников излучения [9] и др. Тем не менее, до сих пор остается много неизученных вопросов в этой области, являющихся предметом многочисленных дискуссий и объектом для дальнейших исследований.

Результаты изучения влияния ЭМИ на организм человека, начиная с 60-х годов прошлого столетия, показали, что постоянное воздействие техногенного ЭМП на заданные природой частоты человека (в частности, 7,8 и 14,1 Гц) приводит к несоответствию функций организма его структуре. Механизм воздействия ЭМИ на биологические системы до сих пор окончательно не изучен. Существует несколько рабочих гипотез, объясняющих биологическое влияние ЭМП на молекулярном, клеточном и органно-тканевом уровнях организации живого вещества. Как правило, они основаны на постулате индицирования токов в тканях и непосредственном действии поля на клетки (главным образом, на мембранные структуры в результате нарушений работы т.н.  $K^+Na^+$  насоса). Предполагается, что ЭМП изменяет скорость диффузии веществ через плазмалемму и другие биомембраны, конформацию биополимеров, электронную структуру радикалов. Длительное воздействие ЭМП низкой интенсивности вызывает вегетативные (периферические) нарушения в результате астении нервной системы и нарушений функций эндокринных желез. При этом гиперфункция гипофиза и надпочечников сменяется гипофункцией. По-видимому, механизмы действия ЭМС на человека и других млекопитающих носят неспецифический характер и связаны с изменением активности гипоталамо-гипофизарной системы, обеспечивающей нейрогуморальную регуляцию [10].

При воздействии ЭМИ на человека поглощается лишь некоторая часть энергии. Она и может вызвать изменения в его клетках, тканях и органах [3]. Максимально возможное поглощение наблюдается в жидких и паренхимных тканях, содержащих большую часть воды и с недостаточно развитой сетью сосудов. К ним относятся кровь, слизистая оболочка кишечника, межтканевая жидкость, хрусталик глаза, поджелудочная железа, половые органы, печень, мочевой и желчный пузыри и др. [6, 11]. Необходимо также учитывать, что поглощение энергии ЭМП и распределение ее в организме человека определяется формой и размерами органов, а также соотношением этих размеров с длиной волны излучения [1].

Реакция организма человека зависит как от различных типов ЭМИ (непрерывных, прерывистых, импульсных, общих и местных, комбинированных – от нескольких

источников и в сочетании с другими неблагоприятными влияниями) [3], так и от мощности излучения, частоты и спектра излучаемого сигнала, времени облучения, вида модуляции, поляризации, электрической и магнитной составляющих и т.д. [1]. Многочисленные зарубежные и отечественные исследования показали, что высокочастотные и низкочастотные излучения ЭМП воздействуют на организм человека по-разному. При высокочастотном техногенном ЭМИ происходит тепловое воздействие на организм, т.е. при поглощении тканями ЭМИ происходит преобразование электромагнитной энергии в тепловую. Заметить нагрев тканей возможно лишь при высоких напряженностях ЭМП [1, 6].

Низкочастотные ЭМИ являются более опасными, поскольку действуют, как правило, в течение длительного времени. Они характеризуются нетепловым или информационным воздействием на организм при интенсивности ниже пороговой величины теплового эффекта, поскольку биологический эффект формируется за счет энергии самого организма, а внешнее воздействие дает лишь толчок для развития реакции [1, 6], проявляющейся в виде различных биохимических, обменных и иммунных нарушений [11]. Экспериментальные исследования свидетельствуют о высокой чувствительности человека к слабым электромагнитным воздействиям любого диапазона частот, сравнимым по напряженности с естественными полями [12]. Изменения в электроэнцефалограмме человека удалось обнаружить при плотности потока мощности ЭМП, равной  $0,000006 \text{ мкВт/см}^2$  [13].

Параллельно с изучением влияния искусственных ЭМП проводились исследования реакций физиологических систем организма человека на ЭМИ. Медицинские обследования показали, что наиболее чувствительными к воздействию антропогенных ЭМИ являются центральная нервная, иммунная, эндокринная и половая системы, а также глаза. ЭМП могут привести к негативным изменениям в деятельности сердечнососудистой, нейроэндокринной, кровеносной систем и метаболизму [1, 14–16]. Изменения в организме человека в результате воздействия ЭМИ разной мощности приведены на рис. 2, по данным Н.Н. Грачева [17] в авторской интерпретации.

Первичными, хорошо выраженными и распространенными признаками изменений в организме являются раздражительность, ухудшение памяти, быстрая утомляемость, суетливость, головные боли, малая эффективность сна, торможение условных рефлексов [11]. Существует мнение, что изменения, вызываемые ЭМИ даже малых интенсивностей, способны накапливаться в организме в условиях их длительного многолетнего воздействия [15]. В результате возможно развитие таких патологий, как лейкоз, опухоли мозга, гормональные заболевания. Имеются данные, что потеря памяти, болезни Паркинсона и Альцгеймера, амиотрофический склероз, СПИД, синдром внезапной смерти внешне здорового ребенка, рост числа самоубийств напрямую связаны с воздействием ЭМП [3, 18–20]. Еще одним последствием воздействия ЭМП на человека является синдром раннего старения организма [18].

Поскольку электромагнетизм повсеместно используется в производстве и быту, то почти все развитые страны участвуют в создании международных программ и структур, связанных с исследованием влияния ЭМП на человека и обеспечением его безопасности. Таковыми, например, являются Международная долгосрочная программа WHO International EMF Project [1, 21] и Международная комиссия по защите от неионизирующего излучения (ICNIRP, МКЗНИ), задачами которых являются исследования рисков для здоровья человека, связанных с воздействием различных типов неионизирующего излучения [22].

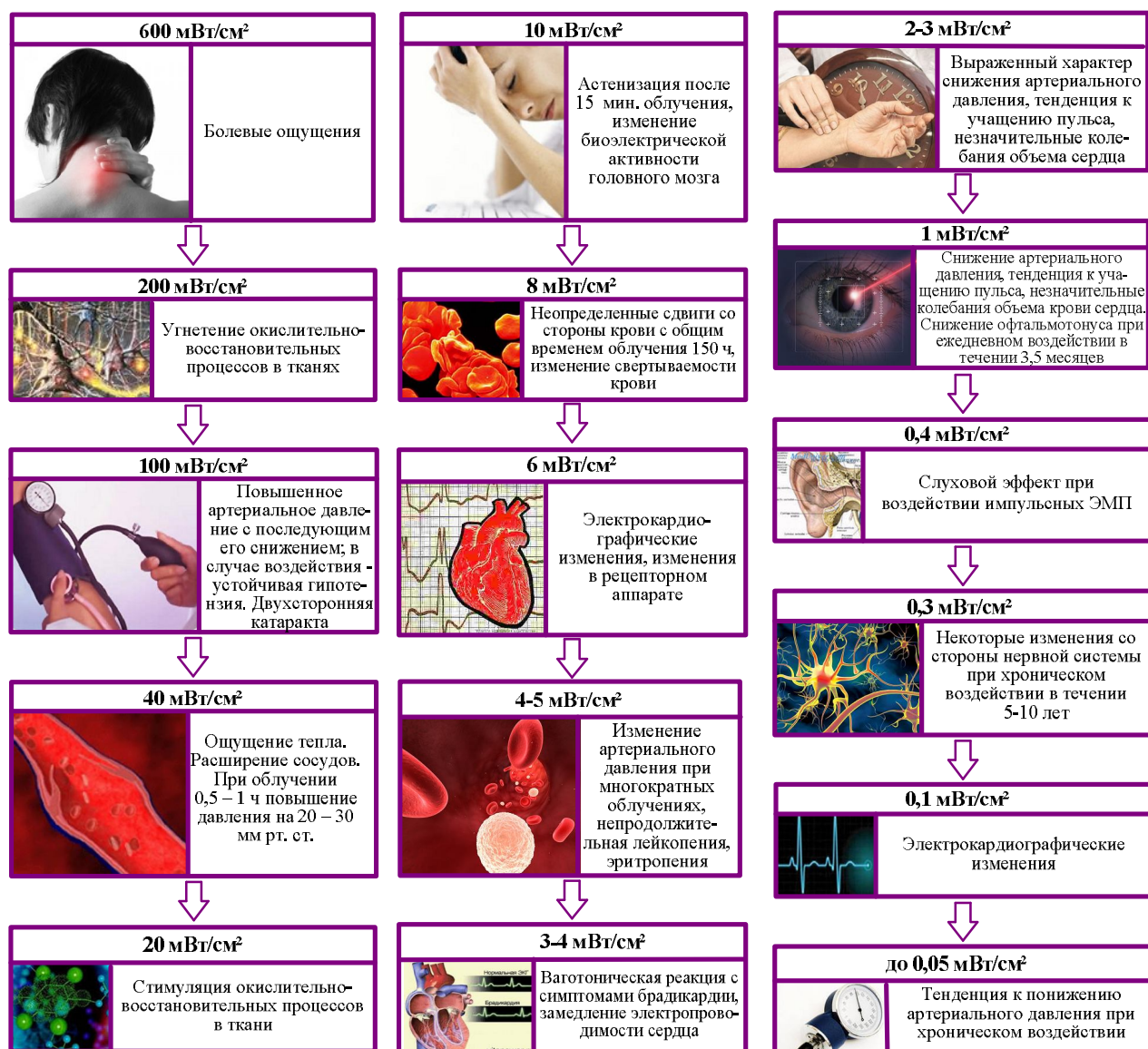


Рисунок 2 – Возможные изменения в организме человека под влиянием электромагнитных излучений различной интенсивности

В условиях дефицита исследований в области нормирования, прогнозирования и защиты от ЭМИ в настоящее время существуют определенные различия в стандартах безопасности (для некоторых диапазонов в десятки и сотни раз). Поэтому Всемирная организация здравоохранения направляет деятельность различных международных организаций по стандартизации электромагнитной безопасности (Европейский комитет по электротехническому нормированию CENELEC – Comite European de Normalisation Electrotechnique, Национальный американский институт стандартов ANSI – American National Standards Institute, Немецкий институт по нормированию DIN – Deutsche Institut für Normung и др.) на создание единых мировых стандартов [20].

На данный момент причиной расхождений в нормативных документах разных стран являются недостаточная изученность влияния ЭМП на человека и биоту, высокие темпы внедрения новых видов источников ЭМП и их широкого распространения, увеличение разного рода ЭМП в местах постоянного пребывания человека. С целью охраны здоровья

населения от негативного влияния ЭМИ в нашей стране введены следующие нормы: ДСН № 239–96, ДСанПіН 3.3.6–096–2002, ДСанПіН 3.3.2.007–98, ГОСТ 12.1.002–84, ГОСТ 12.1.006–84 [23–27]. В существующих условиях неопределенного вредного уровня воздействия ЭМП для сохранения здоровья людской популяции разработаны также методы защиты, наиболее распространенными среди которых являются [1, 6, 14]:

- защита временем (снижение до минимума времени контакта с источниками ЭМИ);
- защита расстоянием (уменьшение интенсивности излучения пропорционально квадрату расстояния от источника);
- инженерно-технические меры защиты (экранирование ЭМП, снижение интенсивности излучений, использование специальной одежды и др.).

Следует также отметить, что рассматриваемые способы и средства защиты являются общими и в большей мере применяются на производстве. Поэтому необходимо рассматривать источники ЭМИ, под воздействием которых находится человек в повседневной жизни, и разрабатывать соответствующие меры защиты. К основным источникам электромагнитных полей, под постоянным влиянием которых находится человек, относятся:

1. Линии электропередач (ЛЭП) и другие высоковольтные электроустановки, являющиеся мощными источниками электромагнитного поля промышленной частоты и излучающие электромагнитную энергию вдоль ЛЭП. Результаты исследований [28, 29], показали, что интенсивность воздействия ЭМП на население, создаваемое ЛЭП, зависит от их мощности, провисания токонесущих проводов над землей, рельефа местности, характера трудовой деятельности разных групп населения, времени пребывания в ЭМП, лесонасаждения. Также необходимо учитывать, что в местах проживания с повышенной радиацией (вблизи АЭС) действие ЭМП промышленной частоты значительно усиливается [28, 30]. Для уменьшения негативного влияния ЭМП ЛЭП на здоровье населения в городах вместо высоковольтных воздушных линий могут быть проложены подземные кабельные линии электропередач при соблюдении технических и гигиенических требований к их прокладке. В соответствии с некоторыми исследованиями [30], максимальные уровни магнитного поля над кабельными линиями на высоте 0,5 м от земли при глубине залегания 1,5 м обычно не превышают 10 мкТл. С увеличением расстояния от кабельных линий уровень магнитной индукции резко снижается, а уровень электрического поля на всех расстояниях не превышает 100 В/м.

2. Электротранспорт, к которому относятся электропоезда, поезда метрополитена, троллейбусы, являющийся мощным источником электромагнитного поля в диапазоне частот 1–1000 Гц. Главным излучателем ЭМП является тяговый электродвигатель [14], под воздействие которого постоянно попадают не только машинисты, но и пассажиры. Так, в работе некоторых авторов [31] указано, что в кабинах электропоездов напряжение ЭМП составляет 0,38–0,71 кВ/м, в помещении машинного отделения – 1,3 кВ/м. К данной группе источников излучения ЭМП можно отнести электро- и гибридные автомобили. В условиях их постоянного усовершенствования для снижения вредных выхлопов и затрат на топливо выявлено, что воздействие ЭМП автомобилей на организм человека по сравнению с автомобилем, оснащенным двигателем внутреннего сгорания, гораздо выше, т.к. автомобили содержат большое количество различных приборов и устройств, формирующих ЭМП, в пределах небольшого по размерам транспортного средства. При этом следует отметить, что пребывание человека в автомобиле обычно длительнее, нежели под влиянием бытовых электроприборов [1].

3. Персональные компьютеры (ПК), состоящие из системного блока, монитора, устройства ввода/вывода информации (клавиатура, мышь, сканер). Наиболее мощным по воздействию среди них является монитор с электронно-лучевой трубкой. Негативное

влияние и возможные изменения в организме человека от ЭМП ПК изложены в нескольких работах [5, 11, 14, 32]. Прежде всего, это нарушения центральной нервной системы, болезни дыхательной системы и опорно-двигательного аппарата на фоне гормональных изменений. В качестве профилактических мер для работающих на ПК предложен комплекс упражнений, направленный на восстановление функциональных резервов и снятие напряжения зрительного анализатора и опорно-двигательной системы [5].

4. Мощные электрические бытовые приборы: СВЧ-печи, различного рода грили, холодильники с системой «без инея», кухонные вытяжки, электроплиты, телевизоры, ЭМП которых зависит от конкретной модели и режима работы оборудования данного типа. Эти приборы относятся к источникам ЭМП промышленной частоты 50 Гц и являются опасными для организма человека при продолжительном облучении (не менее восьми часов в сутки) [17].

5. Теле- и радиопередающие станции, обычно размещенные в густонаселенных местах и работающие в очень высоких (30–300 МГц) и ультравысоких (0,3–3 ГГц) частотных диапазонах [30]. Наибольшие уровни облучения людей и окружающей среды наблюдаются в районе размещения радиотехнических передающих центров с высотой антенной опоры не более 180 м [17].

6. Системы спутниковой связи, состоящие из передающей станции на Земле и спутников-ретрансляторов, находящихся на орбите и создающих высокие напряженности ЭМП на значительных расстояниях от антенн [14]. Данные системы являются источниками опасных излучений непосредственно в районе размещения антенны и при приближении к оси главного луча на всем его протяжении [17]. Система сотовой связи состоит из базовых станций, которые поддерживают радиосвязь с мобильными радиотелефонами и являются источниками ЭМИ в ультравысоком диапазоне (0,3–3 ГГц) [17]. Многочисленные исследования воздействия мобильного телефона до сих пор остаются актуальными и показывают изменения в подсистеме кровообращения головного мозга, а также изменения биоэлектрической активности мозга. Поэтому разработаны рекомендации по пользованию мобильным телефоном, среди которых можно выделить: использование беспроводной гарнитуры; после 3–4-минутного разговора делать перерыв в течение 20–25 минут для восстановления организма; не звонить, если показатель силы сигнала почти на нуле [6].

7. Радарные установки, имеющие узконаправленную диаграмму излучения в виде луча. Периодическое перемещение антенны в пространстве приводит к пространственной прерывности излучения. Временная прерывистость облучения обусловлена цикличностью работы радиолокатора на излучение. Ширина диаграммы направленности в горизонтальной плоскости обычно составляет несколько градусов, а длительность облучения за период обзора составляет десятки миллисекунд [17]. Радиолокационные системы работают в диапазоне частот от 500 МГц до 15 ГГц, в некоторых случаях – до 100 ГГц [14].

Возрастание мощности радиолокаторов различного назначения и использование остронаправленных антенн кругового обзора приводит к значительному увеличению интенсивности ЭМИ СВЧ-диапазона и создает на местности зоны большой протяженности с высокой плотностью потока энергии [17]. Увеличение источников ЭМП привело к разработке защитных средств, а также приборов для контроля напряженности электрической и магнитной составляющих ЭМП. Показано, что для контроля высокочастотных и ультравысокочастотных диапазонов применяют прибор ИЭМП-Т; для измерения плотности потока энергии в диапазоне сверхвысоких частот – ПЗ-13, ПЗ-9, МЗ-2 [33]. Изменение напряженности ЭМП в диапазоне низких, средних и высоких частот выполняется прибором типа ИЭМП-30. В табл. 1 показаны некоторые приборы, соответствующие требованиям к средствам инструментального контроля ЭМП-стандартов ЕЭС Международного комитета по защите от неионизирующих излучений [34, 35].

Таблица 1 – Приборы для измерения электромагнитных полей

Название прибора	Назначение
Анализатор поля EFA-3 (фирма «Wandel & Goltermann»)	Измерения магнитной и электрической составляющих электромагнитных полей, создаваемых различными источниками: ЛЭП, трансформаторными подстанциями, промышленными и бытовыми электроприборами, дисплеями визуального отображения информации
Измерители ЭМИ EMR-20, EMR-30 (фирма «Wandel & Goltermann»)	Изотропные (ненаправленные) измерения напряженности высокочастотных электрических полей, создаваемые различными источниками: радиовещателями и телевизионными передатчиками, медицинским оборудованием, радаром, передатчиками систем радио- и сотовой связи, микроволновыми печами
Анализатор поля Protek 3201 (фирма «Wandel & Goltermann»)	Применяется при установке, наладке и текущем обслуживании оборудования систем сотовой, транкинговой и пейджинговой радиосвязи, кабельного и спутникового телевидения
Тесламетр ЕТМ-1 (фирма «Wandel & Goltermann»)	Применяется для измерения уровней постоянного магнитного поля, источниками которого являются, например, медицинское оборудование, металлургические печи и транспорт на электротяге
Измеритель напряженности ЭМП V&E metr	Применяется для общего анализа электромагнитного фона в помещении, поиска источников интенсивного ЭМИ, аттестации рабочих мест в соответствии с требованиями гигиенических стандартов

**ВЫВОДЫ.** Таким образом, детальный анализ библиографических данных, а также Internet-ресурсов по проблематике влияния электромагнитного излучения на организм человека и биоту за последние пять лет свидетельствует о ее существенной актуальности на мировом уровне. Как показали многочисленные исследования, постоянное воздействие техногенного ЭМП приводит к существенным нарушениям в организме человека. Наиболее чувствительными к воздействию ЭМП являются центральная нервная, эндокринная и половая системы.

В условиях неопределенности и несогласованности предельно допустимых уровней электромагнитного излучения с целью нормирования воздействия ЭМП и охраны здоровья населения используются и разрабатываются различные способы и средства защиты, приборы для измерения и контроля напряженности ЭМП, а также унифицируются международные и национальные стандарты предельно допустимых уровней ЭМИ. В перспективе планируется продолжить исследования негативного воздействия ЭМИ на человека и биоту посредством методов биотестирования с использованием в качестве тест-объектов *Drosophila melanogaster* (в наземных условиях воздействия ЭМИ) и *Daphnia magna* (в водных условиях воздействия ЭМИ).

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Селиванов С.Е., Филенко В.В., Бажинов А.В., Будянская Э.Н. Электромагнитные загрязнения биосферы автотранспортом (автомобили, электромобили, гибридные автомобили) // Автомобильный транспорт: сб. науч. трудов. – 2009. – № 25. – С. 24–32.
2. Влияние электромагнитных полей [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.geofon.ru>
3. Малеткин В.Н., Некрутенко В.В., Голяев И.Е. Биофизика воздействия электромагнитных полей Земли на человека с точки зрения безопасности жизнедеятельности



// Вісник Східноукраїнського національного університету ім. В. Даля. – 2011. – № 11 (165), част. 2. – С. 165–169.

4. Шевченко С.Ю. Влияние электромагнитных полей энергетического оборудования на окружающую среду [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://archive.nbuu.gov.ua/portal/natural/Vcpi/Puem/2010\\_16/20.pdf](http://archive.nbuu.gov.ua/portal/natural/Vcpi/Puem/2010_16/20.pdf)

5. Кураев Г.А., Войнов В.Б., Моргалев Ю.Н. Влияние электромагнитного излучения персональных компьютеров на организм человека [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.dc.tsu.ru/webdesign/tsu/Library.nsf/designobjects/vestnik269/\\$file/9\\_15Kuraev.pdf](http://www.dc.tsu.ru/webdesign/tsu/Library.nsf/designobjects/vestnik269/$file/9_15Kuraev.pdf)

6. Савицкая Я.А., Паслен В.В. Влияние высокочастотных электромагнитных полей на организм человека // Экологія та ноосферологія. – 2009. – № 1, 2. – Т. 20. – С. 38–43.

7. Савицька Я.А., Пасльон В.В. Вплив високочастотних електромагнітних полів на живі організми // Екологія та ноосферологія. – 2009. – № 3, 4. – Т. 20. – С. 47–50.

8. Мартынюк В.С., Цейслер Ю.В., Темурьянц Н.А. Интерференция механизмов влияния слабых электромагнитных полей крайне низких частот на организм человека и животных // Геофизические процессы и биосфера. – 2012. – № 2. – Т. 11. – С. 16–39.

9. Тиханков Н.В., Тиханков Е.Н., Плешко Э.А. Информационные методы нейтрализации негативного влияния «электромагнитного смога» // Науковий вісник міжнародного гуманітарного університету: зб. наук. праць. Серія «Інформаційні технології та управління проектами». – Одеса, 2012. – № 4. – С. 83–85.

10. Черный А.П., Никифоров В.В. Об электромагнитной совместимости электромеханических и биологических систем // Інженерні та освітні технології в електротехнічних і комп'ютерних системах. – Кременчук: КрНУ, 2013. – № 1 (1). – С. 140–149 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://eetecs.kdu.edu.ua>

11. Подобєд І.М. Про протилежні властивості одного й того ж випромінювання та його вплив на працівника // Проблеми охорони праці в Україні: зб. наук. праць. – Київ, 2012. – № 23. – С. 90–95.

12. Эйди У.Р., Дельгадо Х., Холодов Ю.А. Электромагнитное загрязнение планеты и здоровье // Наука и человечество: международный ежегодник. – М., 1989. – С. 10–18.

13. Bise W. Lower power radio-frequency and microwave effects on human electroencephalogram and behavior // Physiol. Chem. and Physics. – 1978. – Iss. 10. – PP. 387–398.

14. Бурлака Н.И., Гоженко С.С. Электромагнитное поля, его виды, характеристики, классификация и влияние на здоровье населения // Актуальные проблемы транспортной медицины. – 2010. – № 4. – Т. 2 (22). – С. 24–32.

15. Олешко Т.І. Системний підхід до впливу компонентів стільникового зв'язку на стан навколишнього середовища [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://archive.nbuu.gov.ua/portal/natural/mtit/2012\\_66/m66\\_st07.pdf](http://archive.nbuu.gov.ua/portal/natural/mtit/2012_66/m66_st07.pdf)

16. Безверхая А.П. Гигиеническая оценка влияния электромагнитного излучения на организм человека и животных // Гігієна населених місць: зб. наук. праць. – Київ, 2009. – № 53. – С. 228–231.

17. Грачев Н.Н. Медико-биологические аспекты воздействия ЭМИ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://grachev.distudy.ru/Uch\\_kurs/sredstva/Temp1\\_1/temp1\\_1\\_4.htm](http://grachev.distudy.ru/Uch_kurs/sredstva/Temp1_1/temp1_1_4.htm)

18. Нікітіна Н.Г., Баркевич В.А. Вплив електромагнітних випромінювань на здоров'я населення (науковий огляд) // Гігієна населених місць: зб. наук. праць. – Київ, 2007. – № 50. – С. 209–214.

19. Ковальова О.В. Вплив на організм людини електромагнітних полів антропогенного походження // Вісник Запорізького національного університету: зб. наук. праць. Біологічні науки. – Запоріжжя. – 2009. – № 2. – С. 96–104.

20. Ковалева А.В. Влияние электромагнитных полей и излучений на биообъекты // Актуальні питання біології, екології та хімії: електронне наукове фахове видання. – 2009. – № 1. – Т. 1. – С. 64–85.
21. Ляшенко Г.А., Черепнев И.А., Полянова Н.В. Определение подходов к нормированию воздействия электромагнитного поля на окружающую среду [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://archive.nbu.gov.ua/portal/natural/Vkhdtusg/2010\\_101/Sz\\_05\\_101\\_2.pdf](http://archive.nbu.gov.ua/portal/natural/Vkhdtusg/2010_101/Sz_05_101_2.pdf)
22. Руководства МКЗНИ по ограничению воздействия переменных электрических, магнитных и электромагнитных полей (до 300 ГГц) – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.who.int/peh-emf/publications/ICNIRP\\_Guidelines\\_rus\\_final.pdf](http://www.who.int/peh-emf/publications/ICNIRP_Guidelines_rus_final.pdf)
23. ДСН № 239–96. Державні санітарні норми і правила захисту населення від впливу електромагнітних випромінювань. – К., 1996. – 28 с.
24. ГОСТ 12.1.002–84. Электрические поля промышленной частоты. Допустимые уровни напряженности и требования к проведению контроля на рабочих местах.
25. ГОСТ 12.1.006–84. Электромагнитные поля радиочастот. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля.
26. ДСанПіН 3.3.2.007–98. Державні санітарні правила і норми роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин.
27. ДСанПіН 3.3.6–096–2002. Державні санітарні норми і правила при роботі з джерелами електромагнітних полів.
28. Думанський В.Ю. ЛЕП – джерело електромагнітного поля, його гігієнічне значення та нормування в умовах населених місць // Гігієна населених місць: зб. наук. праць. – Київ, 2010. – № 56. – С. 196–202.
29. Лапицкий В.Н., Мамайкина Ю.Л. Электромагнитные поля как экологический фактор загрязнения окружающей среды (обзор) // Науковий вісник Національного гірничого університету. – Дніпропетровськ, 2011. – № 5. – С. 120–125.
30. Думанский В.Ю., Биткин С.В., Сердюк Е.А. и др. Электромагнитное загрязнение окружающей среды и защита населения от его влияния // Гігієна населених місць: зб. наук. праць. – Київ, 2011. – № 58. – С. 184–199.
31. Гоженко А., Євстаф'єв В., Білокриницький В., Скиба О. Електромагнітне випромінювання на транспорті // Вісник Національної академії наук України. – 2007. – № 12. – С. 25–34.
32. Будянская Э.Н., Шишко Е.И. Вредные условия труда с визуальными дисплейными терминалами – как источники электромагнитных излучений // Науковий вісник Херсонської державної морської академії. – 2012. – № 1 (6). – С. 198–210.
33. Сокол Т.С. Охрана труда: учеб. пособие. – Минск: Дизайн ПРО, 2006. – 304 с.
34. Электромагнитные излучения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.fostac.ch/de/docs/fostac\\_studie\\_elektrosmog\\_igor\\_orzelsky\\_russisch.pdf](http://www.fostac.ch/de/docs/fostac_studie_elektrosmog_igor_orzelsky_russisch.pdf)
35. Инструментальный контроль [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://bezemi.ru/instrumentalnyy\\_kontrol](http://bezemi.ru/instrumentalnyy_kontrol)

## MODERN SITUATION OF THE INVESTIGATION OF ELECTROMAGNETIC RADIATIONS ON HUMAN'S ORGANISM

**O. Chornyi, V. Nykyforov, D. Rodkin, V. Nozhenko**

Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyi National University

ul. Pervomayskaya, 20, Kremenchug, 39600, Ukraine. E-mail: [apch@kdu.edu.ua](mailto:apch@kdu.edu.ua)

Main sources of electromagnetic radiations with natural or anthropogenic origin are considered. Possible changes in humans' organism caused by the high- and low-frequency

radiations and methods of protection against it are given. The characteristics of the most common sources of electromagnetic field that influences on every human is stated. The devices for the measurements of electromagnetic field are presented. The prospects of research aimed at harmonization and optimization of international and national standards of maximum permissible levels of exposure to electromagnetic radiation on man and biota are discussed.

**Key words:** electromagnetic field, the sources of electromagnetic radiation, exposure to humans and biota, the legal limit.

#### REFERENCES

1. Selivanov S., Filenko V., Bazhynov A., Budianskaya E. Electromagnetic biosphere pollution by motor transport (vehicles, electric vehicles, hybrid vehicles) // *Automobile transport: a collection of scientific papers*. – 2009. – № 25. – PP. 24–32. [in Russian]
2. *Influence of electromagnetic fields* [Electronic resource]: – Available at: <http://www.geofon.ru> [in Russian]
3. Maletkin V., Nekrutenko V., Golyaev I. Biophysics of the influence by electromagnetic flap of the land on person with standpoint of safety to vital activity // *Transactions of the Volodymyr Dahl East Ukrainian National University*. – 2011. – № 11 (165), part. 2. – PP. 165–169. [in Russian]
4. Shevchenko S. *Electromagnetic interference power equipment on the environment* [Electronic resource]. – Available at: [http://archive.nbuv.gov.ua/portal/natural/Vcpi/Puem/2010\\_16/20.pdf](http://archive.nbuv.gov.ua/portal/natural/Vcpi/Puem/2010_16/20.pdf) [in Russian]
5. Kuraev G., Voynov V., Morgalev Yu. *Influence of electromagnetic radiation personal computers on the human organism* [Electronic resource]. – Available at: [http://www.dc.tsu.ru/webdesign/tsu/Library.nsf/designobjects/vestnik269/\\$file/9\\_15Kuraev.pdf](http://www.dc.tsu.ru/webdesign/tsu/Library.nsf/designobjects/vestnik269/$file/9_15Kuraev.pdf) [in Russian]
6. Savytskaja Y., Paslyon V. The influence of the mobile phone's high electromagnetic field on human's organism // *Ecology and Noosferolohiya*. – 2009. – № 1, 2. – Iss. 20. – PP. 38–43. [in Russian]
7. Savytskaja Y., Paslyon V. The influence of high-frequency electromagnetic fields on living organisms // *Ecology and noosferolohiya*. – 2009. – № 3, 4. – Iss. 20. – PP. 47–50. [in Ukraine]
8. Martynyuk V., Tseyslyer Yu., Temuryants N. Interference of mechanism of weak extremely low frequency electromagnetic fields influence on man and animals // *Geophysical processes and the Biosphere*. – 2012. – № 2. – Iss. 11. – PP. 16–39. [in Russian]
9. Tihankov N., Tihankov E., Pleshko E. Information Methods Neutralize the Negative Influence of «Electromagnetic Smog» // *Scientific Transactions of International Humanitarian University: a collection of scientific papers*. Series “Information Technology and Project Management”. – Odessa. – 2012. – № 4. – PP. 83–85. [in Russian]
10. Cherniy O., Nykyforov V. Electromagnetic compatibility electromechanical and biological systems // *Engineering and Educational Technologies at Electrical and Computer Systems*. – Kremenchuk: KrNU, 2013. – № 1 (1). – PP. 140–149. [Electronic resource]. – Available at: <http://eetecs.kdu.edu.ua> [in Russian]
11. Podobed I. On the opposite properties of the same radiation and its effects on employee // *Problems of safety in Ukraine: collection of scientific papers*. – Kyiv. – 2012. – № 23. – PP. 90–95. [in Ukraine]
12. Adie U., Delgado H., Holodov Yu. Electromagnetic pollution of the planet and the health of // *Science and Humanity: International Yearbook*. – Moscow, 1989. – PP. 10–18. [in Russian]
13. Bise W. Lower power radio-frequency and microwave effects on human electroencephalogram and behavior // *Physiol. Chem. and Physics*. – 1978. – Iss. 10. – PP. 387–398.

14. Burlaka N., Gozhenko S. Electromagnetic field, his kinds, descriptions, classification and influence on population's health // *Actual problems of transport medicine*. – 2010. – № 4. – Iss. 2 (22). – PP. 24–32. [in Russian]
15. Oleshko T. *System approach to cellular components influence on the environment* [Electronic resource]. – Available at: [http://archive.nbu.gov.ua/portal/natural/mtit/2012\\_66/m66\\_st07.pdf](http://archive.nbu.gov.ua/portal/natural/mtit/2012_66/m66_st07.pdf) [in Ukraine]
16. Bezverkhaya A. Hygienic estimation of the influence of electromagnetic radiation on the human body and animals // *Hygiene of populated places: a collection of scientific papers*. – Kyiv, 2009. – № 53. – PP. 228–231. [in Russian]
17. Grachev N. *Biomedical effects of electromagnetic radiation* [Electronic resource]. – Available at: [http://grachev.distudy.ru/Uch\\_kurs/sredstva/Templ\\_1/templ\\_1\\_4.htm](http://grachev.distudy.ru/Uch_kurs/sredstva/Templ_1/templ_1_4.htm) [in Russian]
18. Nikitina N., Barkevich V. The influence of electromagnetic radiations on health of population // *Hygiene of populated places: a collection of scientific papers*. – Kyiv, 2007. – № 50. – PP. 209–214. [in Ukraine]
19. Kovaleva A. The influence of anthropogenic origin electromagnetic fields on human organism // *Transactions of Zaporizhzhya National University: a collection of scientific papers. Biological Sciences*. – Zaporozhye, 2009. – № 2. – PP. 96–104. [in Ukraine]
20. Kovaleva A. The influence of electromagnetic fields and radiations on bioobjects (the literary review) // *Current issues of biology, ecology and chemistry: electronic scientific editions*. – 2009. – № 1. – Iss. 1. – PP. 64–85. [in Russian]
21. Lyashenko G., Cherepnev I., Polyanova N. *Determination of approaches to setting the norms of influence of electromagnetic fields on the environment* [Electronic resource]. – Available at: [http://archive.nbu.gov.ua/portal/natural/Vkhdtusg/2010\\_101/Sz\\_05\\_101\\_2.pdf](http://archive.nbu.gov.ua/portal/natural/Vkhdtusg/2010_101/Sz_05_101_2.pdf) [in Russian]
22. *ICNIRP Guidelines for limiting exposure to varying electric, magnetic and electromagnetic fields (300 GHz)* [Electronic resource]. – Available at: [http://www.who.int/peh-emf/publications/ICNIRP\\_Guidelines\\_rus\\_final.pdf](http://www.who.int/peh-emf/publications/ICNIRP_Guidelines_rus_final.pdf) [in Russian]
23. SSN № 239–96. *State sanitary norms and rules protecting people from exposure to electromagnetic radiation*. – Kiev, 1996. – 28 p. [in Ukraine]
24. State standard 12.1.002–84. *Power frequency electric fields. Permissible levels of field strength and requirements for control at work-place*. [in Russian]
25. State standard 12.1.006–84. *Electromagnetic fields of radio frequencies. Permissible levels at work-places and requirements for control*. [in Russian]
26. State sanitary rules and norms 3.3.2.007–98. *State sanitary rules and norms of work with visual display terminals computers*. [in Ukraine]
27. State sanitary rules and norms 3.3.6–096–2002. *State sanitary rules and regulations when dealing with sources of electromagnetic fields*. [in Ukraine]
28. Dumansky V. LEP – source of the electromagnetic field and its hygienic importance and regulation in cities // *Hygiene of populated places: a collection of scientific papers*. – Kyiv, 2010. – № 56. – PP. 196–202. [in Ukraine]
29. Lapitskiy V., Mamaykina Yu. Electromagnetic fields as an ecological factor of environmental pollution (review) // *Scientific transactions of National Mining University*. – Dnepropetrovsk, 2011. – № 5. – PP. 120–125. [in Russian]
30. Dumansky V., Bitkin S., Serdyuk E. and oth. Electromagnetic pollution and protection of the population of its influence // *Hygiene of populated places: a collection of scientific papers*. – Kyiv, 2011. – № 58. – PP. 184–199. [in Russian]
31. Gozhenko A., Yevstafyev V., Bilokrynytsky V., Skyba O. Electromagnetic emission in transportation // *Transactions of the National Academy of Sciences of Ukraine*. – 2007. – № 12. – PP. 25–34. [in Ukraine]

32. Budianska E., Shyshko E. Harmful working conditions with the visual display terminals – as sources of electromagnetic radiations // *Scientific Transactions of Kherson State Maritime Academy*. – 2012. – № 1 (6). – PP. 198–210. [in Russian]

33. Sokol T. *Labor protection*: textbook. – Minsk: Dizayn PRO, 2006. – 304 p. [in Russian]

34. *Electromagnetic radiation* [Electronic resource]. – Available at: [http://www.fostac.ch/de/docs/fostac\\_studie\\_elektromog\\_igor\\_orzelsky\\_russisch.pdf](http://www.fostac.ch/de/docs/fostac_studie_elektromog_igor_orzelsky_russisch.pdf) [in Russian]

35. *Instrumental control* [Electronic resource]. – Available at: [http://bezemi.ru/instrumentalnyy\\_kontrol](http://bezemi.ru/instrumentalnyy_kontrol)



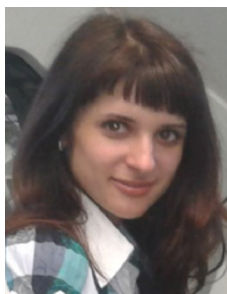
Черный Алексей Петрович,  
д. техн. н., профессор,  
директор Института электромеханики, энергосбережения и систем  
управления КрНУ,  
ул. Первомайская, 20, г. Кременчуг, 39600, Украина.  
Тел. (05366) 3-11-47/  
E-mail: [apch@kdu.edu.ua](mailto:apch@kdu.edu.ua), [achernyj@rambler.ru](mailto:achernyj@rambler.ru)



Никифоров Владимир Валентинович,  
д. биол. н., профессор,  
первый проректор, заведующий кафедрой естественных  
дисциплин КрНУ,  
директор регионального ландшафтного парка «Кременчугские  
плавни»,  
ул. Первомайская, 20, г. Кременчуг, 39600, Украина.  
Тел. (05366) 3-62-17.  
E-mail: [v-nik@kdu.edu.ua](mailto:v-nik@kdu.edu.ua)



Родькин Дмитрий Иосифович,  
д. техн. н., профессор,  
заведующий кафедрой «Системы автоматического управления и  
электропривод» КрНУ,  
ул. Первомайская, 20, г. Кременчуг, 39600, Украина.  
Тел. (05366) 3-11-47.  
E-mail: [saue@kdu.edu.ua](mailto:saue@kdu.edu.ua)



Ноженко Виктория Юрьевна,  
аспирант кафедры «Системы автоматического управления и  
электропривод» КрНУ,  
ул. Первомайская, 20, г. Кременчуг, 39600, Украина.  
Тел. (05366) 3-11-47.  
E-mail: [viktoriya\\_nozhenko@mail.ru](mailto:viktoriya_nozhenko@mail.ru)

Стаття надійшла 30.06.2013  
Рекомендовано до друку:  
к.біол.н., доц. Штрбова Є.