

СОВРЕМЕННАЯ ТРАКТОВКА ИЗЛУЧАТЕЛЬНОЙ СПОСОБНОСТИ ЧАСТИЦ, ДВИЖУЩИХСЯ В ЕСТЕСТВЕННЫХ УСЛОВИЯХ ГЕОМАГНИТНОГО ПОЛЯ

И.И. ЗИМА

Приведены результаты математического анализа электромагнитных излучений частиц, движущихся в геомагнитном поле. Показана возможность существования трех поступательных и семи роторных компонентов излучений.

The results of mathematical analysis of electromagnetic radiations of particles being in motion in a geomagnetic field are given. The opportunity of existence of three forward and seven rotary components of the radiations is shown.

ВВЕДЕНИЕ

На основе теоретических и экспериментальных исследований установлено, что под действием мощных магнитных и электрических полей атмосферные пары и газы, находящиеся в геомагнитном поле, излучают т.н. роторные электромагнитные волны с круговой поляризацией магнитного вектора [1]. К числу объектов, способных таким образом воздействовать на атмосферу, относятся, например, радиолокаторы, тепловые электростанции, аппаратура аэроионопрофилактики и другие мощные установки, созданные человеком.

В излучении роторных волн участвуют электроны, протоны, радикалы и ионрадикалы атмосферы, имеющие нескомпенсированный заряд и магнитный момент и обладающие корпускулярными и роторными свойствами. Воздействие на частицы электрических, магнитных и механических возмущений приводит к их перемещению в геомагнитном поле и возбуждению прецессии их магнитных моментов. Атмосфера как бы переизлучает возмущения в диапазонах гиромангнитных частот частиц, с которыми в литературе [2] связывают космические корреляции в живой и неживой природе. Отличительной особенностью роторных излучений является резонансное воздействие на аналогичные частицы окружающей среды. На клеточном уровне показано, что роторное излучение оказывает воздействие на биологические объекты [3].

Цель настоящей статьи заключается в том, чтобы показать, что при работе мощных установок искусственного происхождения имеет место дополнительный фактор полевого воздействия на окружающую среду, существование которого необходимо учитывать при сертификации и эксплуатации. Поставленная цель достигается анализом интенсивности и спектральных показателей, характеризующих излучательную способность различных частиц атмосферы.

1. АНАЛИЗ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ИЗЛУЧЕНИЙ ЧАСТИЦ

Электромагнитные поля, излучаемые движущимися частицами, можно исследовать двумя методами: микроскопическим, согласно которому рассматрива-

ются поля отдельных зарядов, и макроскопическим, когда поля рассматриваются как результат усреднения по распределению зарядов. Первый метод базируется на уравнениях движения отдельных заряженных частиц, а второй – на решении полевых уравнений Максвелла. Поскольку макроскопический подход не учитывает физические свойства источников полей, для анализа излучений частиц больше подходит микроскопический метод.

При использовании микроскопического подхода интенсивность излучения (то есть полную электромагнитную энергию, излучаемую движущейся частицей в единицу времени по всем направлениям) качественно определяют с помощью вектора Герца [4] следующим выражением:

$$P_{\text{изл}} = \frac{q^2 (\ddot{\mathbf{r}})^2}{6\pi\epsilon c^3}, \quad (1)$$

где q – заряд частицы; $\ddot{\mathbf{r}} = \frac{d^2 \mathbf{r}(t)}{dt^2}$ – ускорение движения частицы; $\mathbf{r}(t)$ – траектория движения частицы; c – скорость света; ϵ – абсолютная диэлектрическая проницаемость окружающего пространства.

Выражение (1) показывает, что если частица, имеющая заряд q , движется по произвольной траектории $\mathbf{r}(t)$, то в дальней зоне она создает поле излучения, пропорциональное квадрату ускорения $(\ddot{\mathbf{r}})^2$.

Обобщенное уравнение движения частицы с ускорением в ионизированной среде исследовано в работе [5] и имеет вид

$$\ddot{\mathbf{r}} = -\frac{q}{m} \mathbf{E} - \frac{\mathbf{k}}{m} \dot{\mathbf{r}} - \frac{q}{mc} (\dot{\mathbf{r}} \times \mathbf{H}), \quad (2)$$

Здесь $\mathbf{E}$ – вектор электрического поля; $\mathbf{H}$ – вектор магнитного поля; $\mathbf{r}$ – вектор смещения частицы; $\mathbf{k} = m\mathbf{V}$ – коэффициент трения, где m и $\mathbf{V}$ – масса и скорость частицы.

Уравнение (2) показывает, что траектория движения частицы зависит от нескольких факторов разной физической природы. Так, первый и второй члены правой части уравнения образуют поступательный компонент траектории движения частицы под действием электрических полей и механических возмущений.

Если электрическое поле E постоянно, то движение частицы является поступательным, а если знакопеременным – то возвратно-поступательным. Поступательный компонент траектории может изменяться также при ее попадании в тормозящие (ускоряющие) поля других частиц.

Третий член уравнения (2) образует роторный компонент траектории, описывающий закручивание частицы под действием магнитного поля. Так как любое воздействие на заряженную частицу в атмосфере сопровождается перемещением в магнитном поле Земли, то ее любое поступательное движение становится спиральным. При этом спиральные траектории электронов и протонов имеют противоположные направления закрутки относительно направления вращения часовой стрелки.

Выражение для роторного компонента в (2) является справедливым для случаев, когда имеет место перемещение частицы в пространстве, и требует уточнения на случай, когда частица не перемещается, а находится в состоянии внутреннего (собственного) движения. Такие частицы иногда сравнивают с волчком (ротором), вращающимся вокруг своей оси.

Можно представить, что в этом случае частица движется со скоростью света по очень маленькой окружности с радиусом r , определяемым принципом неопределенности Гейзенберга

$$h = \Delta p \Delta x, \quad (3)$$

где $\Delta p = mc$ – неопределенность момента; $\Delta x = 2\pi r$ – неопределенность положения; h – постоянная Планка.

В этом случае

$$r = \frac{h}{2\pi mc}. \quad (4)$$

Заряд вращающейся частицы эквивалентен току, который создает магнитный момент

$$\mu = \frac{qh}{4\pi mc}. \quad (5)$$

Вращающаяся частица имеет также механический момент количества движения (спин)

$$S = I \frac{h}{2\pi}, \quad (6)$$

и, следовательно, ведет себя как магнитный гироскоп.

Для электронов и протонов $I = \frac{1}{2}$.

Наличие у частицы магнитного и механического моментов рассматривается как ее «спиновые» свойства.

Если подставить выражения (4) и (5) в третий член уравнения (2), то можно получить еще одну составную часть роторного компонента, описывающего ротацию частицы в магнитном поле, в виде

$$\frac{2}{mc}(\dot{\mu} \times \mathbf{H}). \quad (7)$$

Если магнитное поле H постоянно, это выражение описывает либо состояние равновесия, когда магнитный момент μ ориентирован по полю, либо прецессию μ относительно H с ларморовой частотой

$$\omega = \gamma H, \quad (8)$$

где γ – гиромагнитное отношение частицы, определяемое как отношение магнитного момента частицы к его механическому моменту

$$\gamma = \frac{\mu}{S} = \frac{q}{mc}. \quad (9)$$

Таким образом, обобщенное уравнение движения частицы с учетом ее «спиновых» свойств можно записать в следующем виде:

$$\ddot{\mathbf{r}} = \frac{1}{m}[-q\mathbf{E} - k\dot{\mathbf{r}} - \frac{q}{c}(\dot{\mathbf{r}} \times \mathbf{H}) - 2m(\dot{\mu} \times \mathbf{H})]. \quad (10)$$

При этом интенсивность излучения движущейся частицы равняется

$$P_{\text{изл}} = \frac{\gamma^2}{6\pi\epsilon c}[-q\mathbf{E} - k\dot{\mathbf{r}} - \frac{q}{c}(\dot{\mathbf{r}} \times \mathbf{H}) - 2m(\dot{\mu} \times \mathbf{H})]^2. \quad (11)$$

Из выражения (11) видно, что излучательная способность частицы определяется гиромагнитной постоянной γ , диэлектрической проницаемостью среды ϵ и действием внешних сил, изменяющих ее скорость.

Раскрывая скобки в уравнении (11) и учитывая особенности траектории движения, поле электромагнитного излучения частицы, движущейся поступательно и вращающейся вокруг своей оси, можно записать в виде суммы двух компонентов – поступательного $P_{\text{п}}$ и роторного $P_{\text{р}}$:

$$P_{\text{изл}} = P_{\text{п}} + P_{\text{р}}, \quad (12)$$

$$\text{где } P_{\text{п}} = \frac{\gamma^2}{6\pi\epsilon c}[q^2\mathbf{E}^2 + k^2\dot{\mathbf{r}}^2 + 2q\mathbf{E}k\dot{\mathbf{r}}], \quad (13)$$

$$P_{\text{р}} = \frac{\gamma^2}{6\pi\epsilon c}[\frac{q^2}{c^2}(\dot{\mathbf{r}} \times \mathbf{H})^2 + \frac{2q^2\mathbf{E}}{c}(\dot{\mathbf{r}} \times \mathbf{H}) + \frac{2qk\dot{\mathbf{r}}}{c}(\dot{\mathbf{r}} \times \mathbf{H}) + 4m^2(\dot{\mu} \times \mathbf{H})^2 + 4q\mathbf{E}m(\dot{\mu} \times \mathbf{H}) + \frac{4qm}{c}(\dot{\mathbf{r}} \times \mathbf{H})(\dot{\mu} \times \mathbf{H})]. \quad (14)$$

Вследствие наличия или отсутствия внешних сил поступательный компонент излучения может быть или не быть, а роторный – существует все время жизни частицы, поскольку всегда существуют магнитные поля Земли и Космоса.

Следует отметить, что поступательный компонент излучения частиц присутствует в естественной природе главным образом в виде космических и солнечных лучей и на вооружении у человека появился лишь в связи с открытиями Герца, изобретением радио и созданием мощных энергетических и промышленных

установок искусственного происхождения. Тем не менее он стал нам привычным и во многом определяет жизнь и деятельность современного человека. В погоне за огромными мощностями излучения, связанные с поступательным движением частиц, наиболее полно исследованы современной наукой. В то же время наиболее близкий природе человека роторный компонент излучений исследован недостаточно. По мнению автора, знания человека в области роторных взаимодействий в природе на каком-то этапе развития были утрачены и существует возможность их возрождения и развития на основе современной научной парадигмы. Поэтому в настоящей работе главное внимание уделяется роторным излучениям.

2. ПОСТУПАТЕЛЬНЫЙ КОМПОНЕНТ ИЗЛУЧЕНИЙ

Поступательное излучение может возникать при изменении скорости частицы, имеющей заряд и массу. Три слагаемых в скобках выражения (13) соответствуют трем типам воздействий на частицу, которые могут быть использованы для создания поступательного излучения. Первое слагаемое

$$P_{n1} = \frac{\gamma^2 q^2 E^2}{6\pi\epsilon c} \quad (15)$$

описывает излучение частицы, вызываемое воздействием электрического поля на ее заряд. Второе слагаемое

$$P_{n2} = \frac{\gamma^2 k^2 \dot{r}^2}{6\pi\epsilon c} = \frac{\gamma^2 m^2 V^4}{6\pi\epsilon c} \quad (16)$$

описывает излучение частицы при механическом (гравитационном) воздействии на ее массу. Третье слагаемое

$$P_{n3} = \frac{\gamma^2 2qE k \dot{r}}{6\pi\epsilon c} = \frac{\gamma^2 qmE V^2}{3\pi\epsilon c} \quad (17)$$

соответствует одновременному воздействию электрического и механического факторов.

Электрические и механические воздействия приводят к изменению кинетической энергии частицы и ее преобразованию в электромагнитную энергию посредством поступательного движения заряда. Источниками поступательных излучений могут быть различные частицы, ионы и их потоки. Интенсивность их излучения прямо пропорциональна заряду и обратно пропорциональна массе и зависит от энергии воздействий. Поэтому электрон имеет интенсивность поступательного излучения в 1860 раз больше, чем протон. Это обусловлено тем, что он в 1860 раз легче протона и при одинаковых зарядах и воздействиях получает большее ускорение.

Поступательный компонент излучений был исследован исторически первым и в настоящее время является традиционным. Наиболее полно исследованы и

широко используются излучения, возникающие при электрическом ускорении частиц. Они используются при генерировании и усилении сигналов в электронно-вакуумных приборах, при приеме и передаче с помощью антенн типа «открытый контур» и т. п. Важным моментом при этом является способность частиц переизлучать управляющие электрические сигналы с сохранением их временных и спектральных характеристик. Поступательные излучения, возникающие при электрическом и механическом торможении частиц и их комбинациях, также находят применение. Они используются в ускорительной технике, фотолюминесцентных приборах, электронно-лучевых трубках, рентгеновских аппаратах и т. п. Наглядным примером излучений, обусловленных поступательным движением, являются излучения частиц, пролетающих в электрических полях ионов или атомов атмосферы. Попадая в электрическое поле иона или атома, частицы изменяют направление движения и величину своей скорости. Резкое мгновенное изменение скорости заряженной частицы приводит к возникновению электромагнитного излучения в виде фотона, энергия которого заимствуется из кинетической энергии частицы. Энергия фотона может составить любую долю первоначальной кинетической энергии частицы, полученной от внешнего источника. Благодаря этому, фотоны, излучаемые при столкновениях частиц с атомами и ионами атмосферы, образуют сплошной спектр, имеющий максимумы в области частот, соответствующих энергиям их преимущественного торможения и рекомбинации. Поэтому в литературе [6] эти излучения называются соответственно тормозным и рекомбинационным. Наибольшая доля энергии этих излучений в естественных условиях атмосферы принадлежит инфракрасному диапазону волн. Как тормозное, так и рекомбинационное излучения потоков образуются в результате некогерентного суммирования излучений отдельных частиц. Общая интенсивность этих излучений на единицу объема должна быть пропорциональна числу соударений между движущимися частицами и ионами атмосферы, происходящих за одну секунду, или произведению их концентраций.

3. РОТОРНЫЙ КОМПОНЕНТ ИЗЛУЧЕНИЙ

Благодаря роторному вращению, существует неразрывная связь между зарядом и магнитным моментом частицы, то есть ее электромагнитный дуализм. Заряд и магнитный момент существуют одновременно, поэтому частица, находящаяся в магнитном поле, воспринимает его влияние как на заряд, так и на магнитный момент и может формировать два вида роторных излучений: спиральное и солитонное.

Спиральное роторное излучение описывают три первых слагаемых выражения (14). Первое слагаемое

$$P_{r1} = \frac{\gamma^2 q^2}{6\pi\epsilon c^3} (\dot{\mathbf{r}} \times \mathbf{H})^2 \quad (18)$$

описывает первый тип роторного излучения, обусловленного ускорением заряда частицы магнитным полем. В естественных условиях атмосферы этот тип спирального излучения возникает вследствие ларморовского взаимодействия заряда частицы с геомагнитным полем. Частица совершает вращательное движение в плоскости, перпендикулярной полю, и это вращение, как и всякое ускоренное движение заряда, приводит к появлению электромагнитного излучения, описываемого выражением (1).

Спиральное роторное излучение электронов плазмы учитывается, например, в ускорительной технике и называется бетатронным [6]. В случае, когда скорость электрона невелика по сравнению со скоростью света, интенсивность его спирального излучения пропорциональна квадрату напряженности магнитного поля и зависит от энергии и скорости ларморовского вращения [6]

$$P_{p1} = 6.4 \cdot 10^{-21} \cdot w(t) \cdot (H \cdot \sin \alpha)^2, \quad (19)$$

где H – напряженность магнитного поля; $w(t)$ – энергия электрона в электронвольтах; α – угол, составляемый скоростью электрона с направлением силовых линий поля.

Второе слагаемое

$$P_{p2} = \frac{\gamma^2 q^2 E}{3\pi\epsilon c^2} (\dot{\mathbf{r}} \times \mathbf{H})^2 \quad (20)$$

описывает второй тип роторного излучения частицы, обусловленного суммарным воздействием на ее заряд магнитного и электрического полей. Спиральное излучение этого типа, возникающее при ее движении в скрещенных полях, находит применение, например, в магнетронных генераторах. Как показано в работе [3], в естественных условиях геомагнитного поля роторные излучения этого типа сопровождают работу люстры Чижевского.

Третье слагаемое в (14)

$$P_{p3} = \frac{\gamma^2 q m \mathbf{V}}{3\pi\epsilon c^2} (\dot{\mathbf{r}} \times \mathbf{H}) \quad (21)$$

описывает третий тип роторного излучения частицы, обусловленного суммарным воздействием на ее заряд магнитного поля и механического ускорения (торможения) ее массы. Принцип комбинированного магнитного и механического воздействия на частицы используется, например, в магнитогидродинамических генераторах. Как показано в работах [7, 8], в естественных условиях геомагнитного поля роторные излучения этого типа сопровождают работу паровых турбин. Источниками этих излучений являются также потоки и турбулентности магнитных газов.

В зависимости от кинетической энергии частиц спиральное излучение может быть спонтанным или стимулированным. Частицы, скорость которых превышает среднюю тепловую скорость, создают стимулированное излучение, а частицы, участвующие в тепловом движении, – спонтанное. Спиральное роторное

излучение потока частиц представляет некогерентную суперпозицию отдельных излучений. Поэтому общая интенсивность излучения, образующегося в единице объема, пропорциональна концентрации частиц.

Спиральные роторные излучения различных частиц имеют место в разных диапазонах частот. Они имеют линейчатые спектры, основная частота которых соответствует ларморовской (гиромагнитной) частоте вращения частиц. Кроме того, имеются гармоники, то есть, частоты кратные основной. Длина волны λ , соответствующая основной частоте излучений, определяется напряженностью геомагнитного поля и типом частицы

$$\lambda = \frac{2\pi c}{\gamma H_z}, \quad (22)$$

где γ – гиромагнитная постоянная частицы; H_z – напряженность геомагнитного поля в точке нахождения частицы; c – скорость света.

Для естественных условий геомагнитного поля диапазон спиральных роторных излучений протонов расположен в области сверхдлинных волн, а электронов – в области средних волн.

Солитонное роторное излучение обусловлено зеемановским взаимодействием магнитного момента частицы с геомагнитным полем. Солитонные излучения могут создавать свободные частицы, а также атомы и радикалы, имеющие нескомпенсированные магнитные моменты электронов и ядер. Источником электромагнитного излучения такой частицы является ее магнитный момент, участвующий в тепловом движении вместе с ее массой. При этом механический момент частицы оказывает противодействие этому движению, воздействуя на нее ортогонально направлению движения, в результате частица постоянно прецессирует вокруг своей оси. Влияние на магнитный момент со стороны внешнего магнитного поля вызывает его ориентацию и усложнение траектории движения частицы вплоть до ее опрокидывания. Воздействие на частицу электрических и механических факторов дополнительно увеличивает прецессию магнитного момента.

Однако не каждая частица, вращающаяся вокруг своей оси, способна излучать электромагнитную энергию. В естественных условиях теплового движения свободные частицы, а также атомы и радикалы, имеющие нескомпенсированные магнитные моменты электронов и ядер, могут находиться в геомагнитном поле только на некоторых разрешенных магнитных энергетических уровнях. Применительно к электронам и протонам таких уровней может быть два: верхний и нижний. Когда частица находится на верхнем уровне, она обладает избытком энергии, и ее магнитный момент ориентирован против направления магнитного поля Земли. Такая частица при переходе на нижний уровень испускает квант электромагнитной энергии. Когда частица находится на нижнем уровне, ее магнитный момент ориентирован по полю и при переходе на верхний уровень она не излучает, а поглощает квант

энергии. В обычных условиях термодинамического равновесия на нижнем уровне энергии находится значительно больше частиц, чем на верхнем [9]. Природе свойственно не излучать, а поглощать магнитную и электромагнитную энергию. Тем не менее существуют природные источники солитонных роторных излучений. К ним относятся: потоки воды, газов, пара, атмосферные фронты, грозы и т. д. Искусственные излучения появляются, когда достигается неравновесная или инверсная населенность магнитных уровней.

Квантовые магнитные переходы излучающих частиц происходят путем прецессии опрокидывания их магнитных моментов из положения против поля в положение по полю. При прецессии опрокидывания магнитный момент описывает в пространстве траекторию в виде спирали, промодулированной по амплитуде полуволной синусоиды, и возбуждает одиночную электромагнитную волну. Такую волну можно назвать спиральным электромагнитным солитоном, а излучение – солитонным [1].

Солитонное роторное излучение описывают четвертое, пятое, шестое и седьмое слагаемые выражения (14). Четвертое слагаемое

$$P_{p4} = \frac{2m^2\gamma^2}{3\pi\epsilon c} (\dot{\mu} \times \mathbf{H})^2 \quad (23)$$

описывает четвертый тип роторного излучения, обусловленного прецессией магнитного момента частицы в магнитном поле. Этот вид электромагнитного поля используется, например, в парамагнитных усилителях и генераторах на основе железоиттриевых гранатов. Как показано в работах [1, 9], в естественных условиях геомагнитного поля роторные излучения этого типа зарегистрированы при диссоциации паров воды и водных растворов. Источником солитонных роторных излучений является тело человека.

Пятое и шестое слагаемые в (14)

$$P_{p5} = \frac{2mqE\gamma^2}{3\pi\epsilon c} (\dot{\mu} \times \mathbf{H}), \quad (24)$$

$$P_{p6} = \frac{2m^2V^2\gamma^2}{3\pi\epsilon c} (\dot{\mu} \times \mathbf{H}) \quad (25)$$

соответствуют случаям комбинированного воздействия на частицу магнитного поля, электрического и механического возмущений и описывают, соответственно, пятый и шестой типы роторного излучения. В естественных условиях геомагнитного поля роторные излучения этих типов зарегистрированы при работе высоковольтных электрических установок, используемых для электрофореза и измерения водородного показателя воды, а также при работе систем водяного охлаждения газовых турбин.

Седьмое слагаемое в (14) описывает резонансное стимулирование солитонного роторного излучения спиральным и соответствует седьмому типу роторного излучения

$$P_{p7} = \frac{2mq\gamma^2}{3\pi\epsilon c^2} (\dot{\mathbf{r}} \times \mathbf{H})(\dot{\mu} \times \mathbf{H}). \quad (26)$$

Следует отметить, что стимулирование роторных излучений могут осуществлять также электромагнитные волны, обусловленные поступательным движением частиц. Так, например, зарегистрированы роторные излучения, сопровождающие работу радиолокатора, рентгеновской установки, мобильного телефона, монитора компьютера и телевизора. Кроме того, если в выражение (14) подставить (9), то открывается еще одна возможность стимулирования роторных излучений за счет воздействия на механический момент частицы. Возможность такой спин-уровневой модуляции частиц спинами фотонов инфракрасного диапазона волн показана в работе [10]. Можно предположить также, что по аналогии с электромагнитным дуализмом частиц существует гравитационно-спиновый дуализм, показывающий, что вращающаяся частица способна воспринимать гравитационное воздействие как на массу, так и на спин.

Солитонное излучение частиц, так же, как и спиральное, может быть спонтанным или стимулированным и имеет аналогичные спектральные характеристики, определяемые напряженностью геомагнитного поля. При этом спонтанное солитонное излучение является результатом некогерентного суммирования излучений отдельных частиц. Стимулированное излучение может быть как некогерентным, так и когерентным. Поскольку в формировании солитонного излучения участвуют только частицы верхнего магнитного энергетического уровня, интенсивность некогерентного излучения на единицу объема пропорциональна их концентрации, а когерентного – ее квадрату. Следует также отметить, что электромагнитные роторные излучения частиц сопровождаются возмущениями геомагнитного поля, распространяющимися вдоль магнитных силовых линий подобно волнам кручения в струне. Эти магнитные волны также характеризуют излучательную способность частиц, движущихся в геомагнитном поле, и называются спиральными магнитными солитонами.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, проведенный анализ подтвердил объективное существование многообразия излучений частиц, движущихся в естественных условиях атмосферы и геомагнитного поля. Показана возможность существования трех поступательных и семи роторных видов излучений. Некоторые из этих излучений широко используются в современной науке и технике, некоторые – еще не нашли своего применения. Кроме того, возможно создание комбинированных источников излучений с параллельным и последовательным использованием возмущений разных типов, например, электро-механических, магнито-механических, спирально-солитонных, спин-гравитационных.

По-видимому, на основе полученных результатов возможно обсуждать многообразие электромагнитных взаимодействий в природе. В частности, можно констатировать существование роторных взаимодействий

в природе. Поскольку роторные взаимодействия являются резонансными, а процессы излучения и поглощения – зеркальными, то полученные результаты могут быть использованы при моделировании воздействия роторных излучений на окружающую среду, например, для уточнения санитарно-гигиенических норм.

Приведенные результаты могут быть использованы в первую очередь для обеспечения эффективности и безопасности сложных высокоэнергетических объектов, являющихся источниками роторных излучений. К ним относятся, например, атомные электростанции, в которых источниками роторных излучений одновременно являются потоки пара, нейтронов и охлаждающей воды.

Эксперименты показали, что здесь существует ряд актуальных задач прикладной радиоэлектроники, которые могут быть решены на основе роторной радиоспектроскопии [7] излучений указанных функциональных сред. К ним относятся, например, задачи дистанционной диагностики работоспособности агрегатов и прогнозирования возможности техногенных аварий. Исследование энергетических спектров в диапазоне гироманнитных частот, а именно: их центральной частоты, ширины и формы, позволяет определить характер соударений между частицами, атомами и молекулами в потоках, скорость, турбулентность, влажность, вязкость и другие свойства потока, а также регистрировать внешние воздействия, тоже проявляющиеся через характеристики энергетического спектра роторных излучений. Дистанционная диагностика и прогнозирование могут быть использованы также для обеспечения экологической безопасности атомных электростанций и охраны труда обслуживающего персонала.

Проведенные исследования также показали, что роторные излучения сопровождают работу мощных радиолокаторов. Эксперименты с радиолокатором УВД ТРЛК-10 [11] показали, что при работе вокруг него образуется область роторных излучений радиусом до 800 метров, формируемая главным лепестком ДНА при обзоре пространства. Обслуживающий персонал, расположенный в области радиусом 50 м от РЛС, находится под непрерывным воздействием роторных излучений, формируемых главным и боковыми лепестками ДНА. Даже при малых уровнях его влияние может быть сильнее, чем влияние СВЧ излу-

чений [2]. Полученные результаты могут быть использованы для повышения безопасности воздушного движения за счет уменьшения влияния роторных излучений атмосферы, сопровождающих работу РЛС УВД, на трудоспособность обслуживающего персонала, а также в интересах улучшения экологии окружающей среды и охраны труда операторов РЛС другого назначения.

Кроме того, полученные результаты могут быть использованы в интересах информатики, медицины, бионики и других отраслей науки и техники.

Литература: 1. *Зима И.И.* Роторный геомагнетизм. Некоторые аспекты. – Харьков: Курсор, 2002. 2. *Дмитриевский И.М.* Космофизические корреляции в живой и неживой природе как проявление слабых воздействий // Биофизика. – 1992. – Т. 37. – Вып. 4. 3. *Григорьева Н.Н., Васильев Н.Д., Дыхов А.И., Зима И.И., Стрельченко В.И.* Регистрация полевого воздействия люстры Чижевского на эпителиальные клетки человека. // Проблемы бионики: Всеукр. Межвед. научно-техн. сб., – 2003. – № 58. 4. *Шимони К.* Теоретическая электротехника. – М.: Мир, 1964. 5. Современная радиолокация (анализ, расчет и проектирование систем). Пер. с англ. / Под ред. *Кобзарева Ю.Б.* – М.: Сов. радио, 1969. 6. *Арцимович Л.А.* Элементарная физика плазмы. – М.: Атомиздат, 1966. 7. *Зима И.И., Нечаев А.В., Богданов Г.Ф.* Роторная спектроскопия потоков больших энергий // Харьков: Вестник ХГПУ, 1999. Вып. 75. 8. *Зима И.И., Закиров С.В.* Роторная спектроскопия парниковых газов. VIII Межд. конференция «Теория и техника передачи, приема и обработки информации»: Научн. труды. – Харьков: ХТУРЭ, 2002. 9. *Зима И.И., Григорьева Н.Н., Васильев Н.Д., Кравченко А.В.* Исследование населенностей геомагнитных энергетических уровней воды с учетом протолитической диссоциации // Проблемы бионики: Всеукр. Межвед. научно-техн. сб. – 2001. – № 55. 10. *Зима И.И., Богданов Г.Ф.* Роторные взаимодействия в природе // Сб. научн. тр. вып. 4(26). – Харьков: ХВУ, 1999. 11. *Зима И.И., Костюченко К.А., Стрельченко В.И.* Регистрация роторных излучений, сопровождающих работу радиолокатора. X Межд. конференция «Теория и техника передачи, приема и обработки информации»: Научн. труды. – Харьков: ХНУРЭ, 2004.

Поступила в редколлегию 19.02.2004



Зима Иван Иванович, д-р техн. наук, проф., ведущий научный сотрудник ХНУРЭ. Область научных интересов: бионика, геомагнетизм, квантовая физика минимальных энергий, радиолокация.