

О ВЛИЯНИИ ДВИЖЕНИЯ СРЕДЫ НА КОГЕРЕНТНОЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ

**В.О. Гладышев, Д.И. Портнов, В.Л. Кауц,
Т.М. Гладышева, А.А. Терешин, М.Б. Челноков**

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Российская Федерация
e-mail: vgladyshev@mail.ru; quadronoid@gmail.com; kauts@asc.rssi.ru;
arikalika@hotmail.com; l-chelnok@yandex.ru

Представлены результаты экспериментальных исследований процесса распространения поляризованного лазерного излучения во вращающемся оптическом диске. Приведены детальные зависимости напряжения на фотодетекторе, угла поворота поляризации и угла отклонения лазерного излучения от времени для частот вращения оптического диэлектрика 30, 50 и 80 Гц. Показано, что обнаруженные зависимости имеют нелинейный вид. Рассмотрены возможные области применения установленных эффектов.

Ключевые слова: электромагнитное излучение, поляризация, двулучепреломление, эллиптичность, эффект Ферми, диэлектрик, движущаяся среда.

ON THE INFLUENCE OF MEDIUM MOTION ON COHERENT ELECTROMAGNETIC RADIATION

**V.O. Gladyshev, D.I. Portnov, V.L. Kauts,
T.M. Gladysheva, A.A. Tereshin, M.B. Chelnokov**

Bauman Moscow State Technical University, Moscow, Russian Federation
e-mail: vgladyshev@mail.ru; quadronoid@gmail.com; kauts@asc.rssi.ru;
arikalika@hotmail.com; l-chelnok@yandex.ru

Experimental data of propagation process of polarized laser radiation within a rotating optical disk have been presented. Detailed dependences of voltage across the photodetector, angle of rotation of polarized light, radiation laser deflection angle vs time are given for the optical dielectric's rotation frequency 30, 50 and 80 Hz. It is shown the detected dependences are non-linear. Possible application areas of fixed effects were considered.

Keywords: electromagnetic radiation, polarization, birefringence, ellipticity, effect Fermi, dielectric, moving medium.

Введение. В работе [1] были обнаружены явления поворота плоскости поляризации и возникновения эллиптичности когерентного оптического излучения во вращающемся оптическом диске. Поворот поляризации на несколько порядков превосходил эффект Ферми [2]. Кроме того, согласно выражению, полученному Э. Ферми, угол поворота должен линейно зависеть от частоты вращения диэлектрика:

$$\Delta\varphi = \left(1 - \frac{1}{n^2}\right) \frac{\Omega L}{c}, \quad (1)$$

где n — показатель преломления; Ω — угловая частота вращения; $L = nl$ — оптический путь в среде. Выражение (1) приведено для случая, когда групповая и фазовая скорости излучения в среде совпадают. Это условие выполнялось с высокой степенью точности, так

как в проведенных экспериментах использовалось когерентное излучение в видимой области спектра далеко от области поглощения стекла. Последовательный вывод выражения (1) для угла поворота $\Delta\varphi$ был получен в работе [3], а первая регистрация этого эффекта сделана в работе [4].

В проведенных ранее экспериментах [1] наблюдалась нелинейная зависимость поворота поляризации от частоты вращения в области низких частот $f = 3 \dots 100$ Гц. На частоте вращения 3 Гц угол поворота поляризации достигает около 70° для двух компонент поляризации на выходе лазера. На частотах приблизительно 20...40 Гц значение угла $\Delta\varphi$ становится максимальным ($80^\circ \dots 90^\circ$), а затем при возрастании частоты угол поворота поляризации начинает медленно уменьшаться почти до нулевых значений.

В ходе дальнейших исследований было обнаружено еще одно явление — угловое отклонения лазерного луча, прошедшего вращающийся диск, причем его зависимость от частоты вращения $\delta\varphi(f)$ оказалась близка к зависимости $\Delta\varphi(f)$. Ниже приведены результаты детальных исследований этих явлений на нескольких частотах вращения f в области, где эффекты проявляют себя наиболее значительно, а зависимости $\Delta\varphi(f)$ и $\delta\varphi(f)$ имеют нелинейный вид.

В предыдущих работах авторов была рассмотрена линейная зависимость процессов распространения электромагнитного излучения во вращающемся однородном изотропном диэлектрике от частоты вращения [5–9]. Обнаруженные экспериментальные зависимости поляризации и углового отклонения лазерного излучения от частоты вращения диэлектрика свидетельствуют о существенной анизотропии оптических свойств, которая возникает при низких частотах вращения.

Описание экспериментального стенда. Эксперименты выполнялись на оптическом стенде, собранном специально для целей настоящей работы (рис. 1). В работе использовалось излучение от лазера с длиной волны $\lambda = 0,632991$ мкм. Когерентное линейно поляризованное излучение проходило через вращающийся стеклянный оптический диск с показателем преломления $n = 1,71250$ при угле падения на плоскую поверхность диска $\vartheta_0 = 60^\circ$. Оптический диск имеет следующие параметры, мм: диаметр $D = 62$; толщина диска $d = 10$. На плоские поверхности оптического диска нанесены металлические отражающие покрытия. Геометрический путь луча в среде в проекции на плоскую поверхность диска при угле падения $\vartheta_0 = 60^\circ$ равен $l = 41$ мм.

Схема экспериментального стенда представлена на рис. 2. Линейная поляризация исходного излучения на выходе лазера L выбирается с помощью поляризатора P . Светоделительная пластина BS позволяет разделить излучение на два пучка, один из которых поступает на



Рис. 1. Внешний вид экспериментального стенда

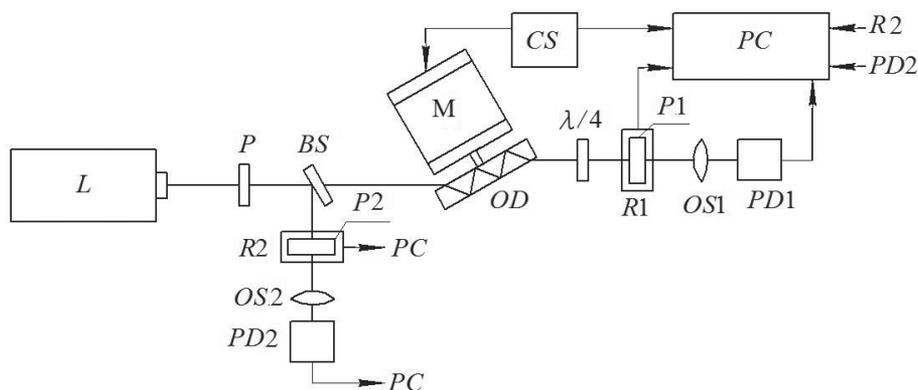


Рис. 2. Схема экспериментального стенда

оптический диск OD , а второй — в цепь контроля излучения. Изменением частоты вращения электромотора M можно достичь желаемого изменения степени поляризации или угла поворота плоскости поляризации на основе заранее измеренных зависимостей. Определение поляризации излучения проводится посредством поворота поляризатора $P1$ с помощью поворотного блока $R1$ и регистрации сигнала, прошедшего через оптическую систему $OS1$ на фотодетектор $PD1$. Сигнал с поворотного блока задает угол поворота поляризатора, а сигнал с фотодетектора — интенсивность светового пятна. Эти сигналы поступают на вычислительный блок PC , где осуществляется вычисление значения угла поворота поляризации, а также его степени поляризации и эллиптичности.

Блок питания электромотора CS задавал частоту вращения оптического диска, и эта информация поступала в вычислительный блок.

Цель контроля излучения лазера содержит поляризатор $P2$ в поворотном блоке $R2$, оптическую систему $OS2$ и фотодетектор $PD2$. Сигналы с блока $R2$ и фотодетектора $PD2$ поступают в вычислительный блок для определения исходной поляризации излучения.

Эксперименты выполнялись для разных значений угла падения излучения на оптический диск при двух исходных состояниях поляризации излучения: горизонтальной и вертикальной.

Пластинка $\lambda/4$ вводилась дополнительно в измерительный тракт перед поляризатором $P1$ для проведения измерений эллиптичности излучения, прошедшего вращающийся диск.

Поворот поляризации излучения в движущейся среде. После начала вращения оптического диска интенсивность света на фотодетекторе $PD1$ изменялась. Поворачивая поляризатор $P1$, можно было измерить зависимость угла поворота поляризации луча от частоты вращения оптического диска. В экспериментах наблюдался переходной процесс поворота плоскости поляризации во времени на всех частотах вращения. Этот процесс можно обнаружить по дрейфу амплитуды сигнала на фотодетекторе $PD1$ при фиксированной частоте вращения f_i . Однако согласно экспериментам, время выхода на установившиеся значения $\Delta\varphi(f)$ и $\delta\varphi(f)$ отличалось на разных частотах вращения. Причем сигнал на фотодетекторе $PD2$ не изменялся во время проведения экспериментов, что означало стабильность поляризации на выходе лазера.

Для детального изучения явления поворота поляризации излучения в движущейся среде были измерены амплитуда напряжения на фотодетекторе при фиксированной частоте вращения f_i , угол поворота плоскости поляризации лазерного луча и степень эллиптичности во времени.

Измерения повторялись с интервалом 2 мин. Результаты измерений амплитуды напряжения на фотодетекторе $PD1$ в максимуме внутриоборотного сигнала в течение 45 мин представлены на рис. 3 для горизонтальной поляризации излучения лазера. Отметим, что при вертикальной поляризации зависимости имеют аналогичный вид.

Согласно рис. 3, *a* (кривая 1), при вращении оптического диска на частоте $f = 30$ Гц через 15 мин после начала эксперимента амплитуда сигнала в максимуме временного отклика превышает значение 150 мВ. Уровень шума во всех измерениях составлял не более 2 мВ. В соответствии с приведенными зависимостями за 20 мин угол $\Delta\varphi$ выходит в насыщение и далее практически не изменяется.

Была также установлена нелинейная зависимость амплитуды сигнала на фотодетекторе вследствие эллиптичности и деполяризации

(кривая 2 на рис. 3, а). Каждое значение на этой кривой было получено после такого угла поворота поляризатора, при котором через него проходил минимальный сигнал, т.е. плоскость поляризатора была перпендикулярна большой полуоси эллипса поляризации излучения, прошедшего вращающийся диск. Остаточное значение светового потока обусловлено двумя явлениями: появившейся эллиптичностью пучка и частичной деполаризацией излучения.

Сигнал сначала возрастал до некоторого значения, а затем уменьшался (см. рис. 3, а). Обнаружено, что подобный эффект наблюдается только на частотах менее 60 Гц. При частотах 70...200 Гц наблюдался только экспоненциальный рост напряжения на фотодетекторе [1].

Диэлектрик имеет динамическую память, в несколько раз превышающую время релаксации, характерное для оптических стекол. После остановки вращения оптического диска поляризация излучения поворачивается назад в исходное состояние в течение 30...40 мин в зависимости от частоты, на которой диск вращался до этого.

Ближние зависимости (измеренные значения напряжения на фотодетекторе и время переходного процесса от времени) наблюдаются на частоте вращения оптического диска $f = 50$ Гц (рис. 3, б). Характерно, что зависимость остаточного напряжения от времени также имеет максимум через 12...14 мин после начала вращения.

На частоте вращения $f = 80$ Гц зависимость напряжения на фотодетекторе от времени при остаточном световом потоке имеет другой

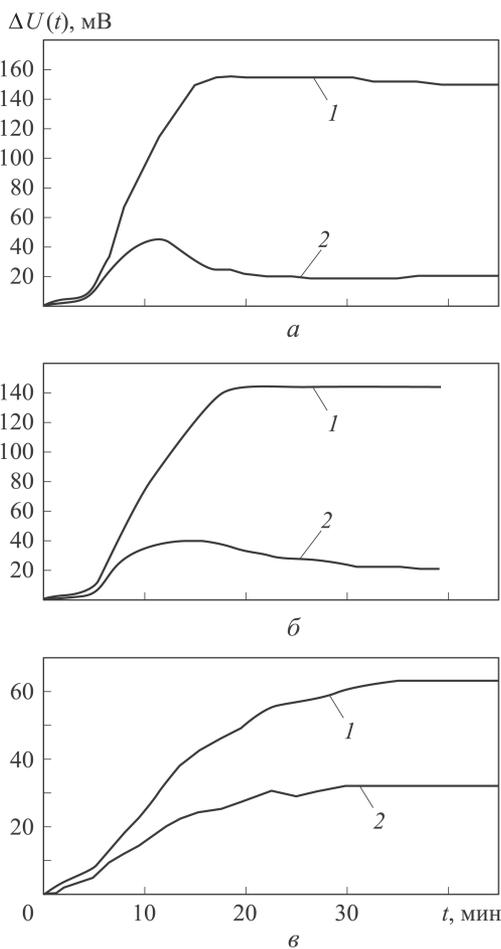


Рис. 3. Зависимость амплитуды напряжения на фотодетекторе PD1 $\Delta U(t)$ в максимуме от времени на частоте вращения 30 (а), 50 (б) и 80 (в) Гц при горизонтальной поляризации:

1 — амплитуда сигнала при исходном положении поляризатора; 2 — амплитуда сигнала после поворота поляризатора до минимума сигнала

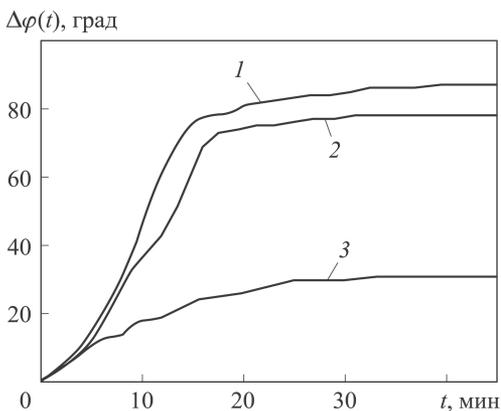


Рис. 4. Зависимость угла поворота поляризации от времени $\Delta\varphi(t)$ на частоте вращения $f = 30$ (1), 50 (2) и 80 (3) Гц

вид (рис. 3, в). Приведенные зависимости демонстрируют экспоненциальный рост до некоторого установившегося значения.

В ходе эксперимента были измерены зависимости угла поворота поляризации от времени $\Delta\varphi(t)$ (рис. 4). На частоте вращения $f = 30$ Гц угол поворота достигает значения $\Delta\varphi = 87^\circ$ за 40 мин, на частоте $f = 50$ Гц — значения $\Delta\varphi = 78^\circ$ за то же время. При дальнейшем увеличении значений частоты вращения угол поворота поляризации значительно уменьшается. Так, при $f = 80$ Гц угол поворота плоскости поляризации электромагнитного излучения не превышает значения $\Delta\varphi = 32^\circ$ за 35 мин.

Для сравнительной оценки эффекта поворота поляризации проведем оценку индукции магнитного поля B_0 , в которое необходимо поместить стекло для создания поворота плоскости поляризации:

$$B_0 = \frac{\varphi}{Vl}. \quad (2)$$

Для тяжелого флинта постоянная Верде равна $V = 0,04' \text{ Гс}^{-1} \cdot \text{см}^{-1}$. Используя в расчетах геометрический путь луча в материале стекла $l = 6$ см, получаем, что для поворота поляризации $\Delta\varphi = 90^\circ$ необходимо создать сильное магнитное поле с индукцией порядка $B_0 \approx 2$ Тл.

В эксперименте не было источника магнитного поля, так как гидромотор не является источником сильного магнитного поля. Поэтому наблюдаемый эффект не может быть объяснен магнитным вращением поляризации.

При вращении в диэлектрике возникает двулучепреломление, линейно поляризованный свет становится частично эллиптически поляризованным. Для проверки этого предположения были проведены дополнительные измерения с пластинкой $\lambda/4$, установленной перед поляризатором $P1$ (см. рис. 2). Без пластинки $\lambda/4$ на частоте эллиптичность стремится к значению $e = 0,46$ через 15... 30 мин измерения после начала вращения оптического диска. Угол эллиптичности

равен $\varepsilon = \operatorname{tg}^{-1} e = 24,7^\circ$. После установки пластинки $\lambda/4$ эллиптичность уменьшалась до значения $e = 0,2$ ($\varepsilon = 11,3^\circ$). Полученные результаты, в частности ненулевое остаточное значение e , свидетельствуют о том, что в диске одновременно развиваются эллиптичность и деполаризация.

Зависимость угла отклонения луча от частоты вращения диска. В дальнейших экспериментах проводились измерения угла отклонения лазерного луча, прошедшего вращающийся оптический диск, от первоначального направления.

Вначале на фиксированной частоте вращения оптического диска наблюдался переходной процесс, в течение которого амплитуда сигнала на фотодетекторе экспоненциально возрастала. После увеличения сигнала до максимума поляризатор поворачивали до уменьшения сигнала до минимального уровня. Причем в процессе предыдущих измерений положение светового пятна в плоскости регистрации светового потока постоянно корректировалось так, чтобы максимум распределения интенсивности находился в апертуре фотодетектора. Этим путем устранялось влияние углового смещения светового пучка на измерение интенсивности светового потока, прошедшего диск.

В следующей серии измерений определялось изменение углового положения пучка в зависимости от времени после начала вращения диска.

Отметим, что после окончания измерений на выбранной частоте вращения диска его останавливали, и луч постепенно возвращался в исходное угловое положение, т.е. процесс был полностью обратимым так же, как и процесс поворота поляризации. Результаты измерений приведены на рис. 5 для разных значений частоты вращения оптического диска. Согласно рисунку, угол отклонения лазерного луча через 8 мин после начала вращения составляет около $\delta\varphi = 85^\circ$ на частоте вращения $f = 30$ Гц.

На частотах вращения $f = 50$ и 80 Гц угол отклонения имеет близкие значения. Измерения, проведенные при других значениях частоты, свидетельствуют о том, что эффект наблюдается в диапазоне частоты до $f = 100$ Гц, при дальнейшем увеличении частоты вращения оптического датчика отклонение луча отсутствует.

Эффект наблюдался на трех оптических дисках с одинаковыми конструктивными параметрами, т.е. геометрическими размерами, материалом стекла, типом отражающего покрытия. Отличия могли заключаться в размере оптического клина дисков, который сложно контролировать при изготовлении. В использованных образцах угол клина стеклянной пластины, из которой был изготовлен каждый диск, находится в пределах $1'' \dots 3''$. Возможным фактором, который также

оказывает влияние на измеряемые эффекты, является неидеальность наклейки оптического диска на вал. Эти особенности изготовления и крепления оптического диска, возможно, определяют форму внутриоборотного сигнала.

Выше было приведено выражение (1) для угла поворота поляризации, когда групповая и фазовая скорости в материале совпадают. Фактически это означает отсутствие влияния дисперсии в материале диска. Действительно, оценки угловой дисперсии показывают,

что для $\omega = 630 \text{ рад/с}$, $n = 1,4766$, $\lambda = 0,6328 \text{ мкм}$, $R_0 = 0,06 \text{ м}$ и $\vartheta_0 = 30^\circ$ изменение длины волны излучения лазера на $\Delta\lambda = 0,01 \text{ мкм}$ приведет к вариации угла преломления на значение $\Delta\vartheta_2 = 10^{-8^\circ}$, что пренебрежимо мало на фоне изучаемых эффектов.

Выполним оценку вариации показателя преломления стекла вследствие упругих сил, возникающих при вращении диска.

Для тангенциального напряжения во вращающемся диске имеем [10]

$$\sigma_\theta = \frac{3 + \mu}{8} \rho \omega^2 b^2 - \frac{1 + 3\mu}{8} \rho \omega^2 r^2. \quad (3)$$

Подставим в выражение (3) следующие данные: коэффициент Пуассона $\mu = 0,221$; плотность стекла ТФ3 $\rho = 4,46 \text{ кг/м}^3$; внешний радиус диска $b = 31 \text{ мм}$; расстояние от луча до оси вращения диска $r = 22 \text{ мм}$. Тогда для вариации показателя преломления на частоте вращения $f = 100 \text{ Гц}$ получим

$$\Delta n_\theta = B \sigma_\theta \approx 10^{-6}. \quad (4)$$

Здесь использовалось значение оптического коэффициента напряжения для тяжелого флинта $B = 1,8 \cdot 10^{-12} \text{ Па}^{-1}$. Очевидно, столь малое значение вариации Δn_θ не может объяснить наблюдаемое отклонение луча приблизительно на один градус. Другими словами, классическая теория упругости не дает удовлетворительного объяснения наблюдаемым явлениям. В целом можно заключить, что обнаруженные оптические эффекты требуют тщательного изучения и построения адекватной теоретической модели, учитывающей, возможно, воздействие

$\delta\varphi(t)$, град

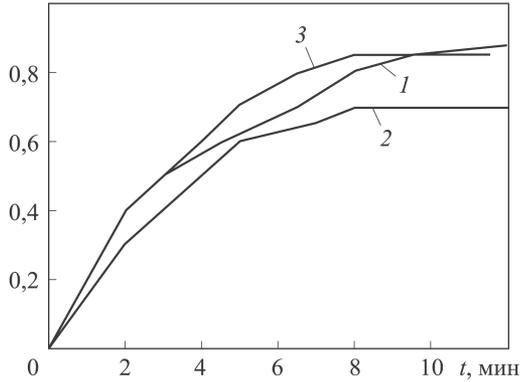


Рис. 5. Зависимость угла отклонения луча $\delta\varphi(t)$, прошедшего вращающийся на частоте $f = 30$ (1), 50 (2) и 80 (3) Гц диск, от времени при горизонтальной поляризации

электромагнитного излучения на немарковские случайные процессы поведения частиц среды [11].

Заключение. В настоящей работе экспериментально исследованы новые явления: поворот плоскости поляризации и угол отклонения лазерного луча в стеклянном диске, вращающемся на частотах $f = 30, 50$ и 80 Гц. Время релаксации этих процессов достигает значений $\tau = 10^2 \dots 10^3$ с и более, что не характерно для оптических стекол. При вращении в диэлектрике возникает двулучепреломление, линейно поляризованный свет становится частично эллиптически поляризованным. Кроме того, прошедшее излучение становится частично деполаризованным, что подтверждено дополнительными измерениями с пластинкой $\lambda/4$.

Указанные эффекты имеют фундаментальное значение [12]. До сих пор их влияние на работу высокоточных устройств наведения, стабилизации, ориентации и сопровождения оптико-электронных систем управления не учитывалось. В то же время влияние эффектов на работу этих устройств в условиях экстремальных перегрузок носителей, быстротечных динамических условиях наведения и сопровождения может сопровождаться отступлениями от расчетной погрешности наведения. Детальное исследование этих явлений позволит повысить точность работы оптико-электронных систем управления. Эти эффекты проявляются даже при незначительных угловых скоростях движения носителей. Кроме того, эффекты могут быть использованы при метрологических измерениях качества, параметров и однородности изотропных оптических сред, технологического контроля качества оптических материалов, при разработке устройств управления лазерным излучением.

В дальнейшем планируется проведение исследований прохождения когерентного излучения через движущуюся среду для различных материалов в широком диапазоне спектра электромагнитных волн (для разных типов лазеров), а также исследование влияния чистоты оптического материала и способа крепления оптического диска на обнаруженные эффекты. Особое значение могут иметь измерения в активных средах, в частности, в кристаллах. В этих измерениях могут стать существенными квантовомеханические явления. Интерес также представляет поиск связи наблюдаемых явлений с низкочастотными акустическими колебаниями, возникающими в диске при его вращении.

Статья подготовлена по материалам доклада, сделанного на конференции "Physical Interpretations of Relativity Theory-2013".

ЛИТЕРАТУРА

1. *Экспериментальные* исследования поляризации лазерного излучения во вращающемся оптическом стекле / В.О. Гладышев, Д.И. Портнов, В.Л. Кауц, Е.А. Шарандин // *Оптика и спектроскопия*. 2013. Т. 115. № 3. С. 398–405.
2. *Fermi E.* Sul trascinamento del piano di polarizzazione da parte di un mezzo rotante // *Rend. Lincei*. 1923. Vol. 32 (I). P. 115–118. (Ферми Э. К увлечению плоскости поляризации вращающейся средой. Научные труды. В 2 т. М.: Наука, 1971. С. 104–107).
3. *Player M.A.* On the Dragging of the Plane of Polarization of Light Propagating in a Rotating Medium // *Proc. R. Soc. Lond. A*. 1976. Vol. 349. P. 441–445.
4. *Jones R.V.* Rotary “aether drag” // *Proc. R. Soc. London. A. Math. Phys. Sci.* 1976. Vol. 349. P. 423–439.
5. *Гладышев В.О.* Искривление траектории распространения плоской монохроматической электромагнитной волны в среде с вращением // *Письма в ЖЭТФ*. 1993. Т. 58. Вып. 8. С. 593–597.
6. *Гладышев В.О.* Распространение плоской монохроматической электромагнитной волны в среде со сложным движением // *ЖТФ*. 1999. Т. 69. Вып. 5. С. 97–100.
7. *Исследование* анизотропии пространства скоростей электромагнитного излучения в движущейся среде / В.О. Гладышев, П.С. Тиунов, А.Д. Леонтьев, Т.М. Гладышева, Е.А. Шарандин // *ЖТФ*. 2012. Т. 82. Вып. 11. С. 54–63.
8. *Гладышев В.О., Гладышева Т.М., Зубарев В.Е.* Регистрация эффекта увлечения света в дисковом оптическом интерферометре // *Письма в ЖТФ*. 2002. № 3. С. 88–94.
9. *Первые* результаты измерения зависимости пространственного увлечения света во вращающейся среде от скорости вращения / В.О. Гладышев, Т.М. Гладышева, М. Дашко, Н. Трофимов, Е.А. Шарандин // *Письма в ЖТФ*. 2007. Т. 33. № 21. С. 17–24.
10. *Тимошенко С.П., Гудьер Дж.* Теория упругости / под ред. Г.С. Шапиро; пер. с англ. М.: Наука, 1979. 560 с.
11. *Morozov A.N., Skripkin A.V.* Spherical particle Brownian motion in viscous medium as non-markovian random process // *Physics Letters A*. 2011. Vol. 375. No. 46. P. 4113–4115.
12. *Gladyshev V.O., Portnov D.I., Gladysheva T.M.* Experimental investigations of polarization of laser radiation in a rotating optical disk // *Physical Interpretation of Relativity Theory: Proceedings of International Meeting. Moscow, 1–4 July 2013.* / Ed. by M.C. Duffy, V.O. Gladyshev, A.N. Morozov, V. Pustovoit, P. Rowlands. Moscow: BMSTU, 2013. P. 79–85.

REFERENCES

- [1] Gladyshev V.O., Portnov D.I., Kautz V.L., Sharandin E.A. Experimental studies of polarization of laser radiation in a rotating optical glass. *Optika i spektroskopiya* [Optics and Spectroscopy, pp. 349–355], 2013, vol. 115, no. 3, pp. 398–405 (in Russ.).
- [2] Fermi E. Sul trascinamento del piano di polarizzazione da parte di un mezzo rotante. *Rend. Lincei*, 1923, vol. 32 (I), pp. 115–118. (Russ. Ed.: Fermi E. K uvlecheniyu ploskosti polyarizatsii vrashchayushcheyasya sredoy. Nauchnye trudy: v 2 t. Moscow, Nauka Publ., 1971, pp. 104–107).
- [3] Player M.A. On the Dragging of the Plane of Polarization of Light Propagating in a Rotating Medium. *Proc. R. Soc. Lond. A.*, 1976, vol. 349, pp. 441–445.
- [4] Jones R.V. Rotary “aether drag”. *Proc. R. Soc. London. A. Math. Phys. Sci.*, 1976, vol. 349, pp. 423–439.

- [5] Gladyshev V.O. Curvature of the trajectory traced out by a monochromatic plane electromagnetic wave in a medium with rotation. *Pis'ma Zh. Eksp. Teor. Fiz.* [JETP Lett.], 1993, vol. 58(8), pp. 569–572 (in Russ.).
- [6] Gladyshev V.O. Propagation of a monochromatic electromagnetic plane wave in a medium with nonsimple motion. *Zh. Tekh. Fiz.* [Tech. Phys. The Russ. J. Appl. Phys.], vol. 44, no. 5, pp. 566–569], 1999, vol. 69, no. 5, pp. 97–100 (in Russ.).
- [7] Gladyshev V.O., Tiunov P.S., Leont'ev A.D., Gladysheva T.M., Sharandin E.A. Anisotropy of the Velocity Space of Electromagnetic Radiation in a Moving Medium. *Zh. Tekh. Fiz.* [Tech. Phys. The Russ. J. Appl. Phys.], vol. 57, no. 11, pp. 1519–1528], 2012, vol. 82, no. 11, pp. 54–56 (in Russ.).
- [8] Gladyshev V.O., Gladysheva T.M., Zubarev V.E. The effect of light entrainment observed in an optical disk interferometer. *Pis'ma Zh. Tekh. Fiz.* [Tech. Phys. Lett.], vol. 28, no. 2, pp. 123–125], 2002, no. 3, pp. 88–94 (in Russ.).
- [9] Gladyshev V.O., Gladysheva T.M., Dashko M., Trofimov N., Sharandin Ye.A. Results of Measurements of the Rotation Speed Effect on the Spatial Entrainment of Light in a Rotating Medium. *Pis'ma Zh. Tekh. Fiz.* [Tech. Phys. Lett.], no. 11, pp. 905–908], 2007, vol. 33, no. 21, pp. 17–24 (in Russ.).
- [10] Timoshenko S.P., Goodier J.N. *Theory of Elasticity*, 3rd ed. N.Y., McGraw-Hill, 1970. 567 p. (Russ. Ed.: Timoshenko S.P., Gud'er Dzh, Shapiro G.S. *Teoriya uprugosti*. Moscow, Nauka Publ., 1979. 560 p.
- [11] Morozov A.N., Skripkin A.V. Spherical particle Brownian motion in viscous medium as non-markovian random process. *Physics Letters A*, 2011, vol. 375, no. 46, pp. 4113–4115.
- [12] Gladyshev V.O., Portnov D.I., Gladysheva T.M. Experimental investigations of polarization of laser radiation in a rotating optical disk. *Proc. Int. Meeting "Physical Interpretation of Relativity Theory"*. ed. by Duffy M.C., Gladyshev V.O., Morozov A.N., Pustovoit V., Rowlands P. Moscow, 1–4 July 2013, pp. 79–85.

Статья поступила в редакцию 27.05.2014

Владимир Олегович Гладышев — д-р физ.-мат. наук, декан факультета “Фундаментальные науки” МГТУ им. Н.Э. Баумана, профессор кафедры “Физика” МГТУ им. Н.Э. Баумана. Автор более 120 научных работ и двух монографий в области электродинамики движущихся сред и теории относительности.

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Российская Федерация, 105005, Москва, 2-я Бауманская ул., д. 5.

V.O. Gladyshev — Dr. Sci. (Phys.-Math.), professor of “Physics” department of the Bauman Moscow State Technical University, dean of the Faculty “Fundamental Sciences”. Author of more than 120 publications and two monographs in the field of electrodynamics of moving media and the relativity theory.

Bauman Moscow State Technical University, Vtoraya Baumanskaya ul. 5, Moscow, 105005 Russian Federation.

Дмитрий Игоревич Портнов — студент кафедры “Системы автоматического управления” МГТУ им. Н.Э. Баумана, механик Научно-исследовательской части НУК “Фундаментальные науки” МГТУ им. Н.Э. Баумана. Автор пяти научных работ в области экспериментальных методов исследования эффектов оптики движущихся сред.

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Российская Федерация, 105005, Москва, 2-я Бауманская ул., д. 5.

D.I. Portnov — student of “Automatic Control Systems” department of the Bauman Moscow State Technical University. Author of five publications in the field of experimental methods of effects investigation of optics of moving media.

Bauman Moscow State Technical University, Vtoraya Baumanskaya ul. 5, Moscow, 105005 Russian Federation.

Владимир Леонидович Кауц — канд. физ.-мат. наук, доцент кафедры “Физика” МГТУ им. Н.Э. Баумана. Автор 70 научных работ в области астрофизики, физики элементарных частиц и ядра, электродинамики движущихся сред.

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Российская Федерация, 105005, Москва, 2-я Бауманская ул., д. 5.

V.L. Kauts — Cand. Sci. (Phys.-Math.), assoc. professor of “Physics” department of the Bauman Moscow State Technical University. Author of 70 publications in the field of astrophysics, physics of elementary particles and the nucleus, electrodynamic of moving media.

Bauman Moscow State Technical University, Vtoraya Baumanskaya ul. 5, Moscow, 105005 Russian Federation.

Татьяна Михайловна Гладышева — канд. техн. наук, доцент кафедры “Физика” МГТУ им. Н.Э. Баумана. Автор более 40 научных работ в области оптической интерферометрии.

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Российская Федерация, 105005, Москва, 2-я Бауманская ул., д. 5.

T.M. Gladysheva — Cand. Sci. (Eng.), assoc. professor of “Physics” department of the Bauman Moscow State Technical University. Author of more than 40 publications in the field of optical interferometry.

Bauman Moscow State Technical University, Vtoraya Baumanskaya ul. 5, Moscow, 105005 Russian Federation.

Александр Андреевич Терешин — аспирант, лаборант отдела технической эксплуатации НУК “Фундаментальные науки” МГТУ им. Н.Э. Баумана. Автор трех научных работ в области оптики, электродинамики движущихся сред, математического моделирования.

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Российская Федерация, 105005, Москва, 2-я Бауманская ул., д. 5.

A.A. Tereshin — post-graduate, laboratorian of the technical operation department of the Scientific Educational Complex “Fundamental Sciences” of the Bauman Moscow State Technical University. Author of three publications in the field of satellite navigation, optics, electrodynamic of moving media, mathematical modeling.

Bauman Moscow State Technical University, Vtoraya Baumanskaya ul. 5, Moscow, 105005 Russian Federation.

Михаил Борисович Челноков — канд. техн. наук, доцент кафедры “Физика” МГТУ им. Н.Э. Баумана. Автор более 40 научных работ в области физики плазмы, спектроскопии, релятивистской электродинамики, квантовой механики.

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Российская Федерация, 105005, Москва, 2-я Бауманская ул., д. 5.

M.B. Chelnokov — Cand. Sci. (Eng.), assoc. professor of “Physics” department of the Bauman Moscow State Technical University. Author of more than 40 publications in the field of plasma physics, spectroscopy, relativistic electrodynamic and quantum mechanics.

Bauman Moscow State Technical University, Vtoraya Baumanskaya ul. 5, Moscow, 105005 Russian Federation.