

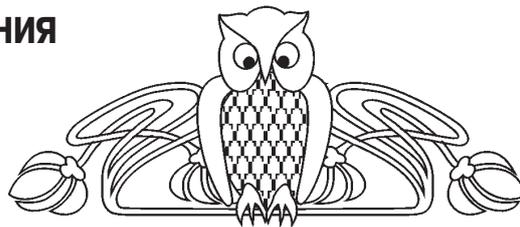


УДК 531.715.1

АВТОДИННАЯ ИНТЕРФЕРОМЕТРИЯ РАССТОЯНИЯ ПРИ МОДУЛЯЦИИ ДЛИНЫ ВОЛНЫ ИЗЛУЧЕНИЯ ПОЛУПРОВОДНИКОВОГО ЛАЗЕРА

Е. И. Астахов, Д. А. Усанов, А. В. Скрипаль, С. Ю. Добдин

Саратовский государственный университет
E-mail: elisey.astakhov@gmail.com



Приведено теоретическое описание метода определения расстояния до объекта при изменении длины волны излучения полупроводникового лазерного автодина. Представлен результат компьютерного моделирования автодинного сигнала и его низкочастотного спектра при гармонической модуляции длины волны излучения лазерного диода. Теоретически обоснован выбор набора спектральных гармоник низкочастотного спектра автодинного сигнала при определении расстояния до объекта. Приведены результаты измерений расстояния до объекта с помощью лазерного диода, работающего в автодинном режиме, при величине девиации частоты излучения, соответствующей 0.00046% длины волны излучения лазерного диода.

Ключевые слова: лазерная интерферометрия, автодин, полупроводниковый лазер, модуляция излучения лазера, измерение расстояния.

Self-mixing Interferometry of Distance at Wavelength Modulation of Semiconductor Laser

E. I. Astakhov, D. A. Usanov, A. V. Skripal, S. Yu. Dobdin

Theoretical description for method of distance measurement at alteration emission wavelength of semiconductor laser, operated in self-mixing regime, has been presented. The result of computer modeling of self-mixing signal at harmonic wavelength modulation of laser diode has been represented. Spectral harmonic selection of low-frequency spectrum of self-mixing signal for distance measurement has been theoretically substantiated. The results of distance measurements using self-mixing laser interferometer, at deviation of emission frequency, corresponding 0.00046% of laser diode wavelength has been demonstrated.

Key words: laser interferometry, self-mixing interferometry, semiconductor laser, wavelength modulation, distance measurement.

DOI: 10.18500/1817-3020-2015-15-3-12-18

Введение

В настоящее время для определения расстояния до объекта с помощью оптического зондирования представляются перспективными методы оптической интерферометрии с изменением длины волны, основанные на регистрации фазы отраженного лазерного излучения [1]. Применение полупроводниковых лазеров в качестве перестраиваемых источников когерентного излучения открывает возможности создания малогабаритных измерительных систем [2]. К ним

относятся системы с использованием лазеров с внешней оптической обратной связью, работающие в режиме автодинного детектирования в полупроводниковом лазере [3].

В работах [4–6] продемонстрирована возможность успешного применения полупроводникового лазера с токовой модуляцией для измерения расстояний, параметров движения, вибраций объектов. В этих работах используется эффект изменения длины волны излучения лазерного диода при изменении инжекционного тока лазера по линейному закону. Излучение полупроводникового лазера фокусируется на исследуемый объект, а отраженное им излучение поступает на лазерный диод, где оно за счет высокого коэффициента усиления активной среды диода существенно увеличивает свою мощность и интерферирует с исходным излучением, направленным на катод встроенного в лазер контрольного фотодиода. При работе такого интерферометра отраженный объектом свет приходит в лазер с некоторой задержкой по времени, обусловленной конечным значением скорости света. В результате даже при неподвижном объекте интерференция исходного и отраженного излучений приводит к тому, что выходной ток фотодиода периодически изменяется с частотой, определяемой модуляционной характеристикой лазерного диода и расстоянием до объекта. Основным недостатком такой схемы измерений, как отмечают авторы работы [4], является пилообразная погрешность, обусловленная периодическим скачкообразным изменением мощности лазера.

Важным параметром при проведении измерений с использованием лазерной автодинной системы является уровень внешней оптической обратной связи. В автодинной системе режим, при котором автодинный сигнал аналогичен интерференционному с развязкой от источника излучения, возможен при низких уровнях обратной связи. При увеличении уровня обратной связи происходит искажение автодинного сигнала в



отличие от случая, когда интерференция происходит в системе, отделенной от источника сигнала развязывающим элементом. Как было показано в работах [7–10], уровень внешней оптической обратной связи оказывает существенное влияние на форму автодинного сигнала полупроводникового лазерного излучателя и, как результат, на точность определения параметров движения отражателя в автодинных системах. Авторами работы [10] токовая модуляция полупроводникового лазерного автодина использовалась для учета влияния уровня внешней оптической обратной связи на измеряемое значение амплитуды нановибраций, при этом использовалась предварительная калибровка автодинного сигнала, реализуемая возбуждением дополнительных механических колебаний отражателя.

Ранее нами был предложен метод определения расстояния до объекта по отношению второй и четвертой спектральных составляющих автодинного сигнала полупроводникового лазера с гармонической модуляцией длины волны излучения посредством частотной модуляции тока накачки лазерного диода [11]. При использовании широкого диапазона девиации частоты излучения лазерного диода в низкочастотном спектре автодинного сигнала полупроводникового лазера наблюдаются спектральные составляющие высоких порядков. В этом случае использование отношения второй и четвертой спектральных составляющих автодинного сигнала, ограничивается областью неоднозначности функций Бесселя, используемых в соотношениях для определения расстояния до объекта.

Целью настоящей работы явилось теоретическое и экспериментальное обоснование возможности измерения расстояния до объекта по наборам спектральных гармоник автодинного сигнала частотномодулированного полупроводникового лазерного автодина более высоких порядков.

Формирование низкочастотного спектра автодинного сигнала при гармонической модуляции длины волны излучения лазерного диода

Полупроводниковый лазер с внешней оптической обратной связью можно описать в рамках модели составного резонатора Лэнга и Кобаяши [12]. Динамику одномодового лазерного излучения в такой модели можно описать уравнениями для комплексного электрического поля с запаздывающим аргументом и концентрации

носителей заряда [13, 14]. В работе [8] показана возможность представления автодинного сигнала в режиме стационарной генерации излучения полупроводникового лазера, позволившая перейти от системы дифференциальных уравнений на основе использования малосигнального анализа к нелинейному уравнению для мощности излучения полупроводникового лазерного автодина.

При воздействии отраженного излучения от объекта на лазерный диод излучаемая им мощность может быть определена в результате использования малосигнального анализа дифференциальных уравнений для комплексного электрического поля с запаздывающим аргументом и для концентрации носителей заряда и записана в виде [8]:

$$P(j(t)) = P_1(j(t)) + P_2(j(t)) \cos(\omega(j(t))\tau_0), \quad (1)$$

где $P_1(j(t))$ – составляющая мощности, независимая от расстояния до внешнего отражателя, $P_2(j(t))$ – амплитудная составляющая мощности, зависящая от фазового набег волны $\omega(j(t))\tau_0$ в системе с внешним отражателем, τ_0 – время обхода лазерным излучением расстояния до внешнего отражателя, $\omega(j(t))$ – частота излучения полупроводникового лазера, зависящая от плотности тока накачки $j(t)$ и уровня обратной связи.

При модуляции длины волны излучения полупроводникового лазера частота и амплитудные составляющие мощности излучения лазера определяются соотношениями:

$$\omega(j(t)) = \omega_0 + \omega_A \cdot \sin(2\pi\nu_1 t + \varepsilon_1),$$

$$P_1(j(t)) = I_1 \sin(2 \cdot \pi \cdot \nu_1 \cdot t + \varepsilon_1),$$

$$P_2(j(t)) = I_2 \sin(2 \pi \nu_1 t + \varepsilon_1),$$

где ω_0 – собственная частота излучения полупроводникового лазерного диода; ω_A – девиация частоты излучения полупроводникового лазерного диода; ν_1 – частота модуляции тока питания лазерного диода; ε_1 – начальная фаза. I_1 и I_2 – амплитуды токовой модуляции составляющих $P_1(j(t))$ и $P_2(j(t))$.

Таким образом, выражение для мощности излучения частотномодулированного полупроводникового лазера (1) запишется в виде:

$$P(j(t)) = I_1 \sin(2\pi\nu_1 t + \varepsilon) + I_2 \sin(2\pi\nu_1 t + \varepsilon) \cos(\omega_0 \tau_0 + \omega_A \tau_0 \sin(2\pi\nu_1 t + \varepsilon)),$$

где $\theta = \omega_0 \tau_0$, $\sigma = \omega_A \tau_0$.

Для описания низкочастотного спектра автодинного сигнала при гармонической модуляции длины волны излучения лазерного диода мощность автодинного сигнала может быть пред-



ставлена в виде разложения в ряд по функциям Бесселя первого рода J_n и в ряд Фурье с коэффициентами разложения a_n и b_n аналогично тому, как это сделано в работе [15].

Вводя коэффициенты C_n , равные по модулю четным и нечетным спектральным составляющим разложения ряда Фурье и определяемые как

$$C_{2n} = \sqrt{a_{2n}^2 + b_{2n}^2}, \quad C_{2n+1} = \sqrt{a_{2n+1}^2 + b_{2n+1}^2},$$

можно получить их значения в виде

$$C_1 = \cos(\theta)I_2(J_0(\sigma) - J_2(\sigma)) + I_1, \quad (2)$$

для четных n :

$$C_{2n} = \sin(\theta)I_2(J_{2n-1}(\sigma) - J_{2n+1}(\sigma)), \quad (3)$$

для нечетных n :

$$C_{2n+1} = \cos(\theta)I_2(J_{2n}(\sigma) - J_{2n+2}(\sigma)), \quad (4)$$

Соотношения (2)–(4) характеризуют связь спектральных составляющих частотномодулированного автодинного сигнала с функциями Бесселя первого рода.

Для определения расстояния до объекта L , входящего в параметр σ используем отношение $2n$ и $2n+2$ спектральных гармоник и отношение $2n+1$ и $2n+3$ спектральных гармоник:

$$C_{2n} / C_{2n+2} = (J_{2n-1}(\sigma) - J_{2n+1}(\sigma)) / (J_{2n+1}(\sigma) - J_{2n+3}(\sigma)). \quad (5)$$

$$C_{2n+1} / C_{2n+3} = (J_{2n}(\sigma) - J_{2n+2}(\sigma)) / (J_{2n+2}(\sigma) - J_{2n+4}(\sigma)). \quad (6)$$

Решение полученных уравнений (5) и (6) относительно неизвестного параметра $\sigma = \omega_A \tau_0$ требует знания параметров токовой модуляции лазерного автодина, в частности девиации частоты излучения лазерного диода ω_A . Принимая во внимание, что $\tau_0 = 2 \cdot L / c$, получаем соотношение для определения расстояния до объекта:

$$L = \frac{c}{2} \cdot \frac{\sigma}{\omega_A}.$$

Компьютерное моделирование автодинного сигнала и его низкочастотного спектра при гармонической модуляции длины волны излучения лазерного диода

Компьютерное моделирование автодинного сигнала и спектра частотномодулированного полупроводникового лазера проводилось при следующих параметрах: длина волны излучения лазера $\lambda = 654$ нм, частота модуляции тока питания лазерного диода $\nu_1 = 100$ Гц, расстояние до объекта $L = 0.1$ м. Отношение параметров I_1 и I_2 определялось по форме автодинных сигналов, полученных экспериментально.

На рис. 1–3 представлены частотномодулированные автодинные сигналы и их спектры, смоделированные при различных значениях девиации частоты излучения полупроводникового лазерного диода ω_A , связанных с интервалом изменения модулирующего тока питания лазера.

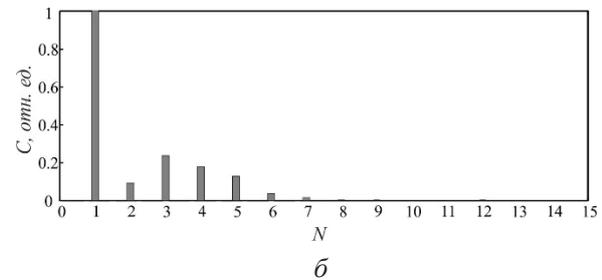
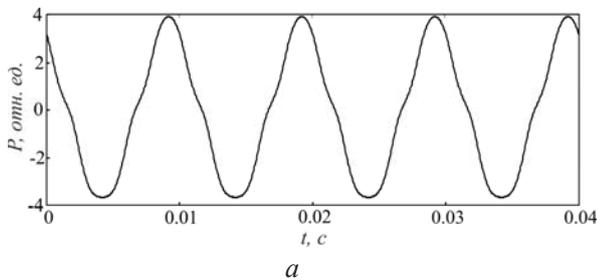


Рис. 1. Смоделированный частотномодулированный автодинный сигнал (а) и его спектр (б) при девиации частоты излучения лазерного диода $\omega_A = 50 \cdot 10^8$ рад/с, $\sigma = 3,33$

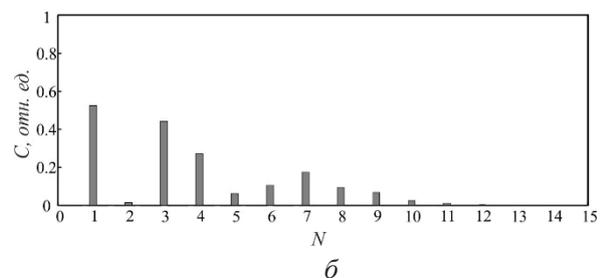
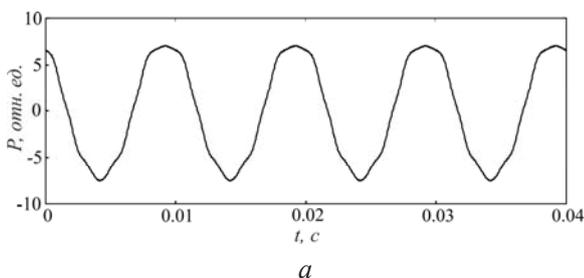


Рис. 2. Смоделированный частотномодулированный автодинный сигнал (а) и его спектр (б) при девиации частоты излучения лазерного диода $\omega_A = 100 \cdot 10^8$ рад/с, $\sigma = 6,67$

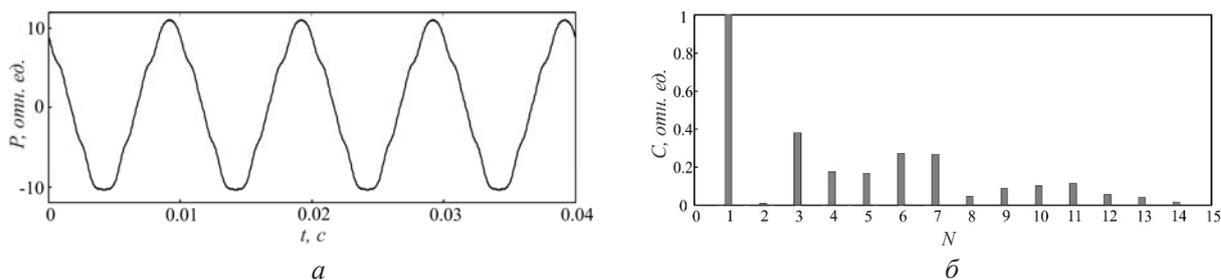


Рис. 3. Смоделированный частотномодулированный автодинный сигнал (а) и его спектр (б) при девиации частоты излучения лазерного диода $\omega_A = 150 \cdot 10^8$ рад/с, $\sigma = 10$

Как видно из рис. 1–3, с увеличением ω_A происходит как изменение формы автодинного сигнала, так и его спектра, при этом наблюдается увеличение числа гармоник низкочастотного спектра автодинного сигнала.

По спектрам автодинного сигнала (см. рис. 1–3 (б)), при увеличении девиации частоты излучения лазерного диода ω_A , используя уравнения (5) и (6), были рассчитаны значения параметра σ по наборам четных и нечетных спектральных гармоник. При этом было установлено, что вычисленное из спектров автодинного сигнала значение параметра σ совпадало с заданным при компьютерном моделировании автодинного сигнала при частоте девиации лазерного диода $\omega_A = 50 \cdot 10^8$ рад/с для номеров $n \geq 3$, при

$\omega_A = 100 \cdot 10^8$ рад/с для $n \geq 6$, при $\omega_A = 150 \cdot 10^8$ для $n \geq 9$.

Для определения номеров спектральных гармоник, используемых для корректного решения обратной задачи, были проведены расчеты функций Бесселя, входящих в уравнения (5) и (6). На рис. 4 приведены зависимости функций Бесселя различных порядков от аргумента функции.

Как видно из приведенных зависимостей, область однозначности функций Бесселя возрастает с увеличением используемого в расчетах порядка n .

На рис. 5 приведены зависимости функции отношения двух спектральных гармоник автодинного сигнала, имеющих вид уравнений (5), (6).

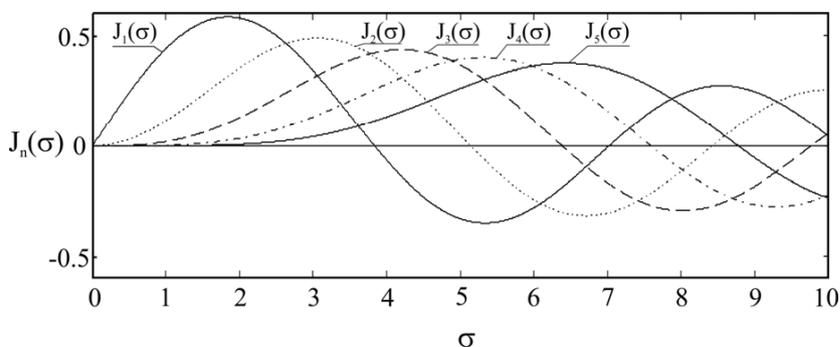


Рис. 4. Зависимость функций Бесселя 1–5 порядка от аргумента функции

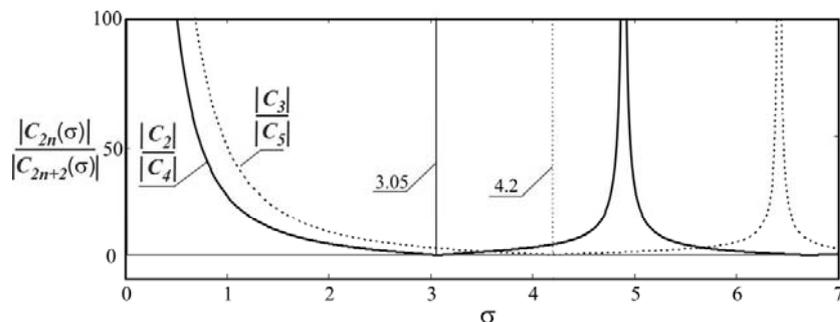


Рис. 5. Зависимость функции отношения двух спектральных гармоник автодинного сигнала



Как видно из рис. 5, существует область однозначности функций отношения двух спектральных гармоник автодинного сигнала, определяемая пересечением функции с осью абсцисс.

В таблице приведены области однозначности функций отношения двух спектральных гармоник автодинного сигнала для различных наборов спектральных гармоник, определяемых в уравнениях (5) и (6) номером n .

Значения аргумента функций отношения двух спектральных гармоник автодинного сигнала, соответствующих области однозначности

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$\sigma <$	3.05	4.2	5.3	6.4	7.5	8.6	9.6	10.7	11.8	12.8

Другими словами, для значений σ меньших, приведенных в таблице, для соответствующего номера n , решение уравнений (5) и (6) имеет только одно абсолютное значение. Таким обра-

зом, при определении этого параметра следует в спектре автодинного сигнала выбирать такие номера n , чтобы σ было меньше значения, приведенного в таблице, для соответствующего номера n .

Существование области неоднозначных решений уравнений (5) и (6) в значительной степени связано с трудностями практического определения знаков спектральных составляющих C_n [16]. Несмотря на то что моделирование по определению знаков спектральных составляющих C_n ранее нами было проведено [8], на практике определять их знак затруднительно, в частности, в связи с тем, что измерительные приборы регистрируют абсолютные величины сигналов.

Измерения расстояний до объекта с помощью частотномодулированного лазерного автодина

Измерения проводились на установке, изображение которой представлено на рис. 6.

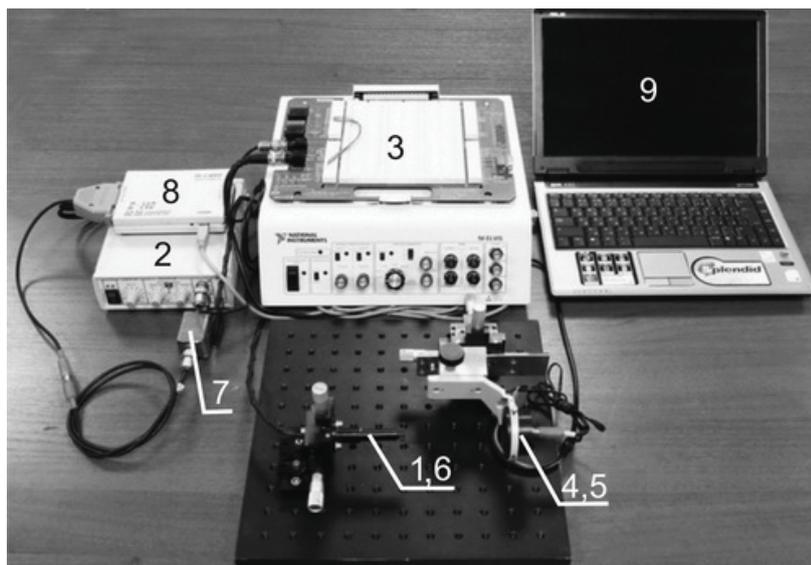


Рис. 6. Вид экспериментальной установки: 1 – полупроводниковый лазер, 2 – блок управления током питания, 3 – генератор сигналов на базе платформы NI ELVIS, 4 – объект, 5 – микромеханическая подача, 6 – фотоприемник, 7 – фильтр переменного сигнала, 8 – АЦП, 9 – компьютер

В состав установки входили частотномодулированный полупроводниковый лазерный автодин на лазерном диоде RLD-650(5) на квантоворазмерных структурах с дифракционно-ограниченной одиночной пространственной модой с длиной волны 654 нм – 1, излучение которого направлялось на объект – 4, закрепленный на микромеханической подаче – 5, при этом диаметр пятна лазерного излучения на поверхности объекта со-

ставлял 1 мм. Модуляция длины волны излучения проводилась на частоте $\nu_1 = 300$ Гц посредством модуляции тока питания лазера с помощью встроенного в учебную лабораторную станцию виртуальных приборов NI ELVIS генератора сигналов – 3. Изменение тока питания лазерного диода осуществлялось путем изменения напряжения питания, подаваемого на полупроводниковую структуру от блока управления током питания – 2.



Нами было экспериментально установлено, что эффективная модуляция тока питания лазерного диода наблюдалась при амплитуде модулирующего сигнала от 20 мВ до 500 мВ, что обеспечивало наличие в спектре автодинного сигнала спектральных составляющих высших порядков. Отметим, что лазерный диод запитывался от источника тока. Отраженное излучение направлялось в резонатор лазера, изменение мощности которого фиксировалось фотоприемником – 6. Продетектированный и усиленный сигнал с фотоприемника проходил через фильтр

переменного сигнала – 7 и поступал на вход аналого-цифрового преобразователя – 8 (с частотой дискретизации 100 кГц), соединенного с компьютером – 9. Параметр девиации частоты излучения лазерного диода ω_d измерялся с помощью спектрометра высокого разрешения SHR (Solar Laser Systems).

На рис. 7 приведен вид автодинного сигнала и его спектр, полученный при $\omega_d = 132 \cdot 10^8$ рад./с, что соответствует величине девиации частоты излучения, равной 0.00046% длины волны излучения лазерного диода.

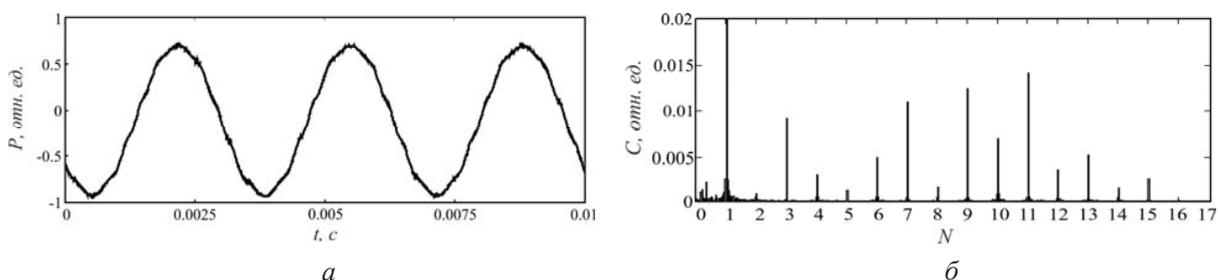


Рис. 7. Частотномодулированный автодинный сигнал (а) и его спектр (б), полученный на экспериментальной установке при девиации частоты излучения лазерного диода $\omega_d = 132 \cdot 10^8$ рад./с

Результаты вычислений параметра σ для различных наборов отношений n и $n + 2$ спектральных гармоник свидетельствуют, что для номеров n , равных 9 и 10 существует интервал с минимальным разбросом определяемого параметра σ . Проверка достоверности вычисленного параметра σ , показывает, что именно начиная с номера n , равного 9, параметр σ становится меньше приведенного в таблице 2, при котором решение уравнений (5) и (6) имеют однозначное решение.

Довольно узкая область решений уравнений (5) и (6), имеющих однозначное решение, объясняется сильной немонотонностью функций Бесселя особенно при малых значениях аргумента σ . С ростом σ область монотонности расширяется, однако уменьшается амплитуда функции.

Исходя из области однозначных решений уравнений (5) и (6), по отношению спектральных составляющих с 9 по 12 вычисленное значение параметра σ составило 9.88 ± 0.03 , для расстояния до объекта, равного 11.23 ± 0.03 см.

Авторами работы [6] достигнута точность измерений расстояния в 300 мкм на расстоянии, равном 20 см. В работе [2] авторы заявляют достигнутую точность измерений в 500 мкм при расстоянии до объекта, равном 60 см. Наилучшая точность измерений достигнута в работе [1] при использовании непрерывно перестраиваемого

лазерного диода FMCW, которая составляла 43 мкм на расстоянии в 1 метр.

Заключение

Как следует из результатов измерений абсолютных расстояний описанным выше методом, полученная нами точность измерений соответствует указанному в [1, 2, 6] достижениям. В то же время нами использовались недорогие лазерные диоды типа RLD-650 и сравнительно простая установка для измерений.

Таким образом, показано, что гармоническая модуляция длины волны излучения посредством частотной модуляции тока накачки лазерного диода позволяет по отношению к спектральным составляющим автодинного сигнала полупроводникового лазера с высокой точностью определять расстояния до объекта.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки РФ (государственное задание №1376 и 1575).

Список литературы

1. Amann M. C., Bosch T., Lescure M., Myllyla R., Rioux M. Laser ranging : a critical review of usual technique for distance measurement // Opt. Eng. 2001. Vol. 40, № 1. P. 10–19.



2. Giuliani G., Norgia M., Donati S., Bosch T. Laser diode self-mixing technique for sensing applications // J. Opt. A : Pure Appl. Opt. 2002. Vol. 4, № 6. P. 283–S294.
3. Усанов Д. А., Скрипаль А. В. Измерение микро- и нановибраций и перемещений с использованием полупроводниковых лазерных автодинов // Квант. электроника. 2011. Т. 41, № 1. С. 86–94.
4. Соболев В. С., Кащеева Г. А. Активная лазерная интерферометрия с частотной модуляцией // Автометрия. 2008. Т. 44, № 6. С. 49–65.
5. Norgia M., Giuliani G., Donati S. Absolute Distance Measurement With Improved Accuracy Using Laser Diode Self-Mixing Interferometry in a Closed Loop // IEEE transaction on instrumentation and measurement. 2007. Vol. 56, № 5. P. 1894–1900.
6. Guo D., Wang M. Self-mixing interferometry based on a double modulation technique for absolute distance measurement // Appl. Opt. 2007. Vol. 46, № 9. P. 1486–1491.
7. Unlocking dynamical diversity : Optical feedback effects on semiconductor lasers / eds. D. M. Kane, K. Alan Shore. John Wiley & Sons Ltd, The Atrium, 2005. 333 p.
8. Усанов Д. А., Скрипаль А. В. Полупроводниковые лазерные автодины для измерения параметров движения при микро- и наносмещениях. Саратов : Изд-во Саратов. ун-та, 2014. 136 с.
9. Усанов Д. А., Скрипаль А. В., Авдеев К. С. Изменение спектра сигнала лазерного полупроводникового автодина при фокусировке излучения // Изв. вузов. ПНД. 2009. Т. 17, № 2. С. 54–65.
10. Усанов Д. А., Скрипаль А. В., Кацавцев Е. О., Калинин М. Ю. Измерение амплитуды нановибраций с помощью полупроводникового лазерного автодина с учетом влияния обратной связи // Письма в ЖТФ. 2012. Т. 38, № 12. С. 81–86.
11. Усанов Д. А., Скрипаль А. В., Авдеев К. С. Определение расстояния до объекта с помощью частотномодулированного полупроводникового лазерного автодина // Письма в ЖТФ. 2007. Т. 33, вып. 21. С. 72–77.
12. Lang R., Kobayashi K. External optical feedback effects on semiconductor injection laser properties // IEEE J. Quantum Electron. 1980. Vol. QE-16, № 3. P. 347–355.
13. Olesen H., Osmundsen J. H., Tromborg B. Nonlinear dynamics and spectral behavior for an external cavity laser // IEEE J. Quantum Electron. 1986. Vol. QE-22, № 6. P. 762–773.
14. Schunk N., Petermann K. Numerical analysis of the feedback regimes for a single-mode semiconductor lasers with external feedback // IEEE J. Quantum Electron. 1988. Vol. 24, № 7. P. 1242–1247.
15. Усанов Д. А., Скрипаль А. В., Авдеев К. С. Применение полупроводникового лазерного автодина с модуляцией длины волны излучения для определения расстояния до объекта // Нано- и микросистемная техника. 2009. № 2. С. 43–47.
16. Вагарин В. А., Скрипаль А. В., Усанов Д. А. Об ограничениях в применении спектрального метода определения амплитуды вибраций // Автометрия. 1994. № 1. С. 89–90.

УДК 535.361; 53.06

ОПТИЧЕСКОЕ ПРОСВЕТЛЕНИЕ СКЛЕРЫ ГЛАЗА ЧЕЛОВЕКА ВОДНЫМ 30%-НЫМ РАСТВОРОМ ГЛЮКОЗЫ

А. Н. Башкатов^{1,2}, Э. А. Генина^{1,2}, В. И. Кочубей¹, Т. Г. Каменских³, В. В. Тучин^{1,2,4}

¹Саратовский государственный университет

²Томский государственный университет

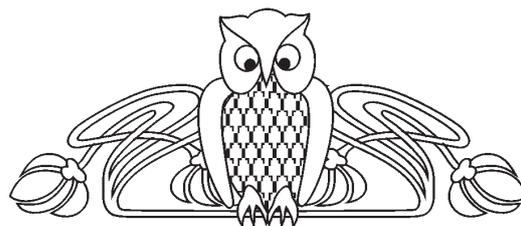
³Саратовский государственный медицинский университет

⁴Институт проблем точной механики и управления РАН, Саратов

E-mail: a.n.bashkatov@mail.ru

В работе исследовано оптическое просветление склеры глаза человека *in vitro* под действием водного 30% раствора глюкозы. Показано, что диффузия глюкозы приводит к существенному снижению светорассеяния, что проявляется в снижении отражения и увеличении пропускания образцов биоткани. Коэффициент поглощения при этом не изменяется. Измерения были выполнены на спектрофотометре CARY-2415 в диапазоне длин волн от 400 до 800 нм по стандартной методике. Для обработки данных спектральных измерений и восстановления оптических характеристик использовался инверсный метод «добавления – удвоения». Полученные результаты могут быть использованы при разработке новых и оптимизации существующих методов оптической диагностики и терапии глазных заболеваний.

Ключевые слова: склера глаза человека, глюкоза, управление



оптическими параметрами биотканей, спектроскопия с использованием интегрирующих сфер.

Optical Clearing of Human Eye Sclera by Aqueous 30%-Glucose Solution

A. N. Bashkatov, E. A. Genina, V. I. Kochubey, T. G. Kamenskikh, V. V. Tuchin

In this work, optical clearing of human eye sclera *in vitro* under action of aqueous 30% glucose solution was studied. It was shown that diffusion of glucose in tissue results in significant decrease of light scattering, which manifests itself in both decreasing reflectance and increasing transmittance of the samples. At that, absorption coefficient does not change. Measurements were performed with