

ПРОБЛЕМЫ ИНФОРМАЦИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СИСТЕМ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОПТОЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЯ ЛИНЕЙНЫХ ПЕРЕМЕЩЕНИЙ

Базыкин С.Н.¹

¹ГОУ ВПО «Пензенский государственный университет», Пенза, Россия, (440026, Пенза, ул. Красная, 40, e-mail: cbazykin@yandex.ru).

В статье рассматриваются проблемы информационного обеспечения систем с использованием оптоэлектронных средств линейных перемещений. Приведена классификация известных физических эффектов, реализуемых средствами информационно-измерительных систем. Проведен анализ информационных потоков в технических системах с точки зрения определения погрешностей измерения и управления. Несмотря на достигнутые успехи в автоматизации машиностроительного и приборостроительного оборудования в области информационного обеспечения технических систем существуют нерешенные проблемы, затрагивающие качественную сторону производственного процесса. Показано, что данную проблему можно решить использованием оптоэлектронных лазерных информационно-измерительных систем. Такие информационно-измерительные системы способны не только выполнять измерительные функции, но и решать задачи управления и контроля во время обработки, тем самым гарантируя качество готовой продукции.

Ключевые слова: информационное обеспечение, информационно-измерительная система, оптика, лазер.

PROBLEMS OF THE DATAWARE OF THE SYSTEMS WITH USE OPTO-ELECTRONIC FACILITIES OF THE MEASUREMENT OF THE LINEAR DISPLACEMENT

Bazykin S.N.¹

Penza State University, Penza, Russia, (440026, Penza, Krasnaya street, 40), e-mail: cbazykin@yandex.ru).

Problems of the dataware of the systems are considered in article with use opto-electronic facilities of the linear displacement. The brought categorization known physical effect, realized facility information-measuring systems. The organized analysis information flow in technical system with standpoint of the determination of inaccuracy of the measurement and management. In spite of reached successes in automations machine-building and instruments-building of the equipment in the field of dataware of the technical systems exist the undecided problems, touching qualitative side of the production process. It is shown that given problem possible to solve use opto-electronic laser information-measuring systems. Such information-measuring systems capable not only to execute the measuring functions, but also solve the problems of management and checking during processing, hereunder guaranteeing quality to finished products.

Keywords: dataware, information-measuring system, optics, lazer.

Современный этап развития информационно-измерительных систем неразрывно связан с проблемами обеспечения высокого качества продукции, требованиями постоянного повышения точности и производительности станков и оборудования. Успешное решение проблем невозможно без использования средств автоматизации при должном уровне информационного обеспечения.

Высокие требования к характеристикам станков и оборудования определяют преимущественное развитие замкнутых производственных систем, где исключительно важную роль играют системы автоматического управления с многоконтурной обратной связью (ОС). Одним из основным ее элементов по контуру ОС является информационно-измерительная система, осуществляющая измерение и обработку первичной информации через механические и теплотехнические величины (перемещение, плотность, давление,

температура и др.). Измерение и обработка первичной информации производится в ходе выполнения процесса измерения и формирования информационных потоков, значимость которых отражается в показателях точности обрабатываемых деталей, уровне повышения производительности обработки и динамических характеристиках процессов управления и регулирования.

Особенностью информационного обеспечения является не только достижение высокой информативности средств автоматизации в широком диапазоне значений идентифицируемых параметров, но и в обеспечении достаточной надежности функционирования самой информационной системы в условиях влияния дестабилизирующих факторов рабочей среды, что накладывает свою специфику на решение метрологических задач в этой области.

Современное развитие автоматизации производства движется по пути создания информационных систем разного уровня и назначения в системах автоматического управления: информационно-вычислительных, информационно-измерительных (ИИС), информационно-диагностических, имеющих статус подсистемы.

Возможности существующих и развитие перспективных технологий реализуются с использованием средств вычислительной техники и автоматических измерительных средств: устройств активного контроля физических параметров, измерительных преобразователей перемещений по видам движения исполнительных органов и других измерительных приборов (ИП), необходимых для получения качественной и количественной информации при организации процесса измерения. Эта информация может передаваться в систему автоматического управления по проводным и беспроводным (оптическим, акустическим, электромагнитным) каналам связи в соответствующем кодовом формате, образуя информационные потоки, роль которых возрастает по мере роста уровня автоматизации оборудования за счет более широкого применения измерительных и вычислительных средств: ЭВМ и процессоров, устройств ЧПУ, программируемых контроллеров и др. [2].

Для организации данного процесса и его управления необходима определенная информация, которую условно можно классифицировать на исходную или начальную и текущую. Исходная информация заранее определена и прописана алгоритмом процесса измерения. Она содержит сведения, необходимые для выполнения операций с требуемыми выходными параметрами в пределах задаваемых допусков по точности и производительности.

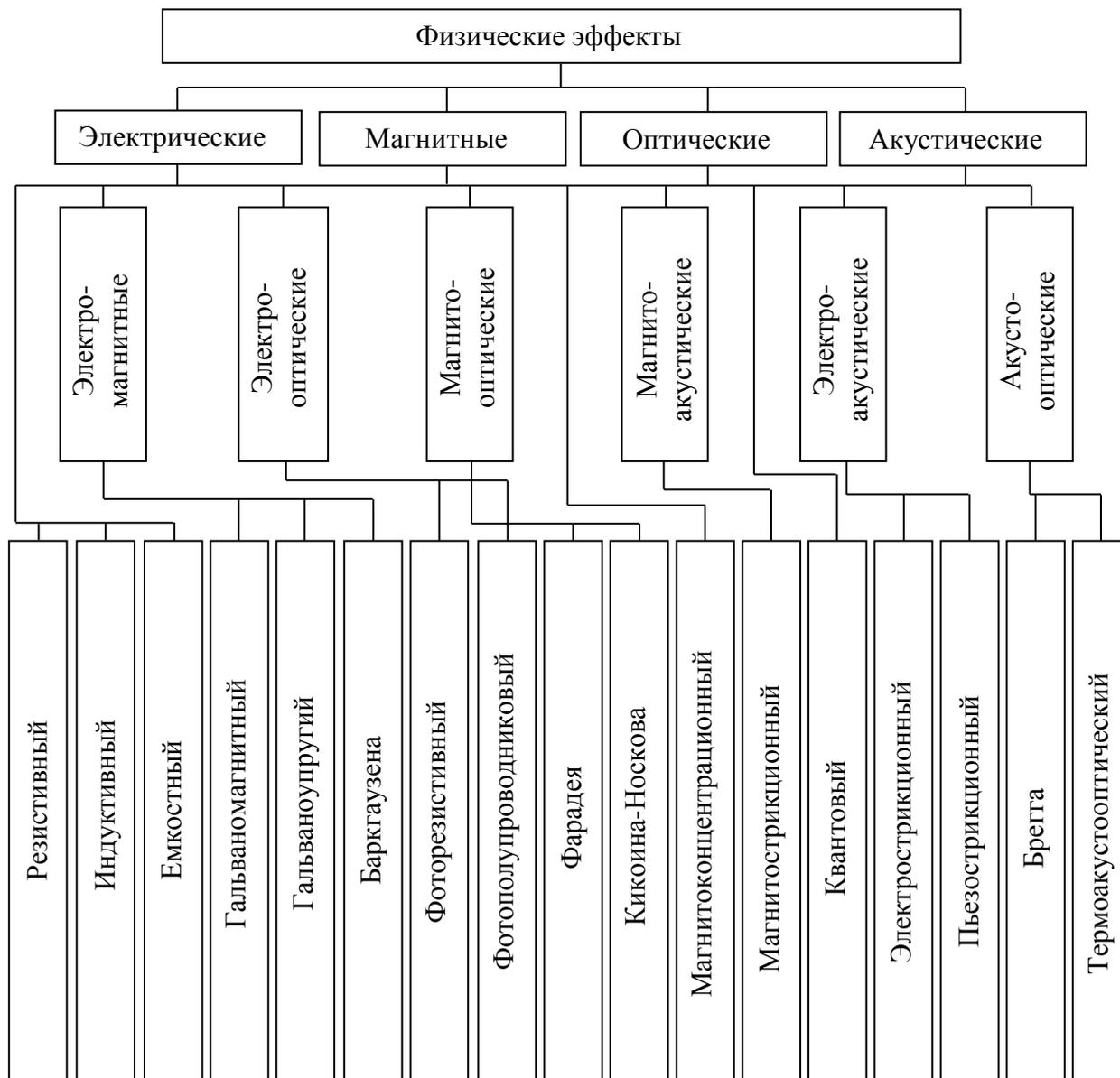
Текущая информация формируется в ходе выполнения процесса измерения в строго заданные моменты времени при помощи различных по своей физической природе (рис. 1)

средств измерений – измерительных приборов (ИП). Это данные, касающиеся действительного положения и скорости (ускорения) исполнительных органов оборудования и других, регистрируемых и управляемых параметров процесса измерения, которые могут характеризоваться как величины, которые необходимы при решении задачи управления. Достоверность и своевременность данной информации, получаемой прямым или косвенным методом, во многом определяется типом ИП, методами кодирования и обработки первичной измерительной информации и рабочими условиями среды. К этому виду информации можно отнести данные диагностического характера, формируемые различными сенсорными (сигнальными) устройствами оборудования при достижении им предельных параметров режима работы процесса измерения.

Рисунок 1 Классификация известных физических эффектов, реализуемых средствами ИИС

Техника измерений через систему измерительных приборов с разным уровнем автоматизации измерений призвана объективно оценивать качество изделий, способствовать достижению требуемой точности и производительности процесса [6]. При этом обеспечиваются следующие возможности средств автоматизации:

- использовать новые виды производственных процессов;



- применять прогрессивные технические, программные средства вычислительной техники и метрологическое обеспечение средств измерений;
- создавать перспективные виды средств измерений и на их основе реализовывать эффективные системы автоматического управления;
- проводить автоматизированный контроль параметров в реальном масштабе времени с последующей обработкой измерительной информации при высокой её достоверности ($P=0,99$), минимальной стоимости и др.

С ростом количественно-качественных показателей средств автоматизации оборудования повышается качество производственного процесса, а значит, и потребительские свойства продукции, имеющей важное социальное и хозяйственное значение.

Вместе с тем, производственная система, как и любая другая – техническая или биологическая, подвержена различного рода влияниям среды ξ_j , которые через внутренние и/или внешние воздействия (механические, тепловые, химические, электрические, магнитные, акустические и др.) влияют с разной интенсивностью на её подсистемы и ухудшают процессы их функционирования, вызывая соответствующие погрешности (рис. 2). Часть процессов обратима и управляема [3], поскольку параметры основных и вспомогательных устройств изменяются временно в определенных пределах без тенденции прогрессивного ухудшения, а другая – необратима и приводит к постепенному и нарастающему ухудшению параметров системы с течением времени. Возникающие при этом погрешности влияют, в целом, на величину геометрической и кинематической точности размерной цепи оборудования, снижая качество производственного процесса.

В процессе функционирования производственной системы не последнюю роль играют погрешности, вызванные несовершенством средств измерений ИИС, методик выполнения измерительных преобразований параметров производственного процесса и обработки данных, нарушениями режимов эксплуатации и влиянием ξ_j -факторов среды.

Понимание современного производственного процесса [5], как многомерного и многовариантного объекта контроля и управления с вероятностным характером изменения выходных параметров $y_n(t)$ при постоянстве входных $x_n(t)$ переменных в условиях влияющих величин $\xi_n(t)$ (рис. 3), позволяет рассматривать процесс автоматизации оборудования с позиций его составляющих – функций контроля и управления, от эффективности технической реализации которых в той или иной степени зависят основные проблемы автоматизации – повышение точности, производительности и надежности оборудования на всех уровнях автоматизированной системы управления.

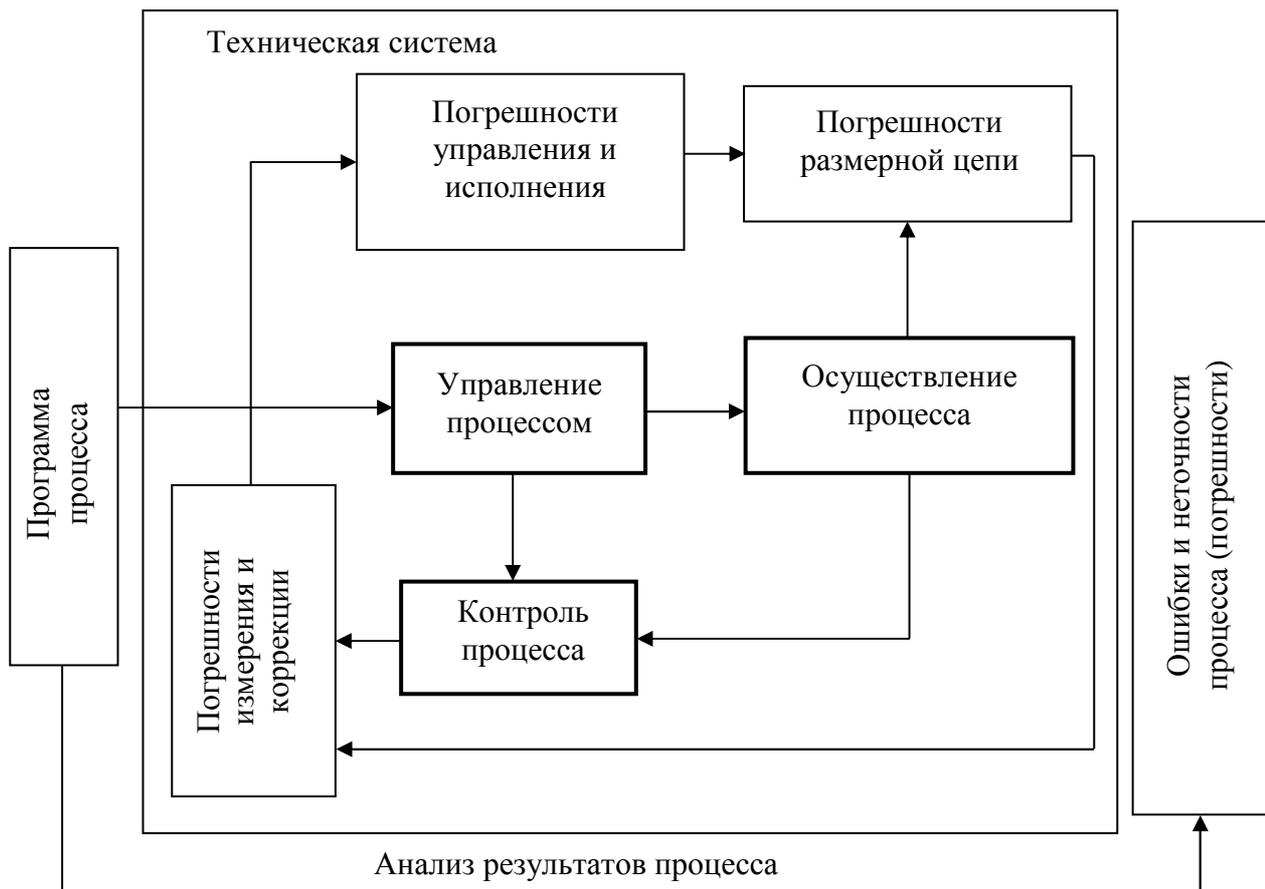


Рисунок 2 Информационные потоки в технической системе

Автоматизация производственного процесса возможна при условии устойчивости и детерминированности системы. Поэтому, задача контроля измеряемых и управляемых параметров производственного процесса с помощью технических средств ИИС состоит в их измерительном преобразовании через соответствующие величины, определяемые видом технических измерений: механических (перемещения, линейные размеры, вибрация, плотность, вязкость, уровень, расход, наклон и др.) и теплотехнических (температура, давление и др.). Задача управления заключается в компенсации возникающих погрешностей и отклонений в процессе обработки или контроля через систему управления. Последняя, содержит устройство управления, привод, исполнительный механизм формообразующих движений или пространственных манипуляций. Для повышения точности и гибкости управления в состав привода технологического оборудования включают процессорные средства, наделяя его функцией универсального регулятора. В этом случае схема системы (рис. 3) выполняется замкнутой с контуром адаптации и прямым контролем входных показателей.

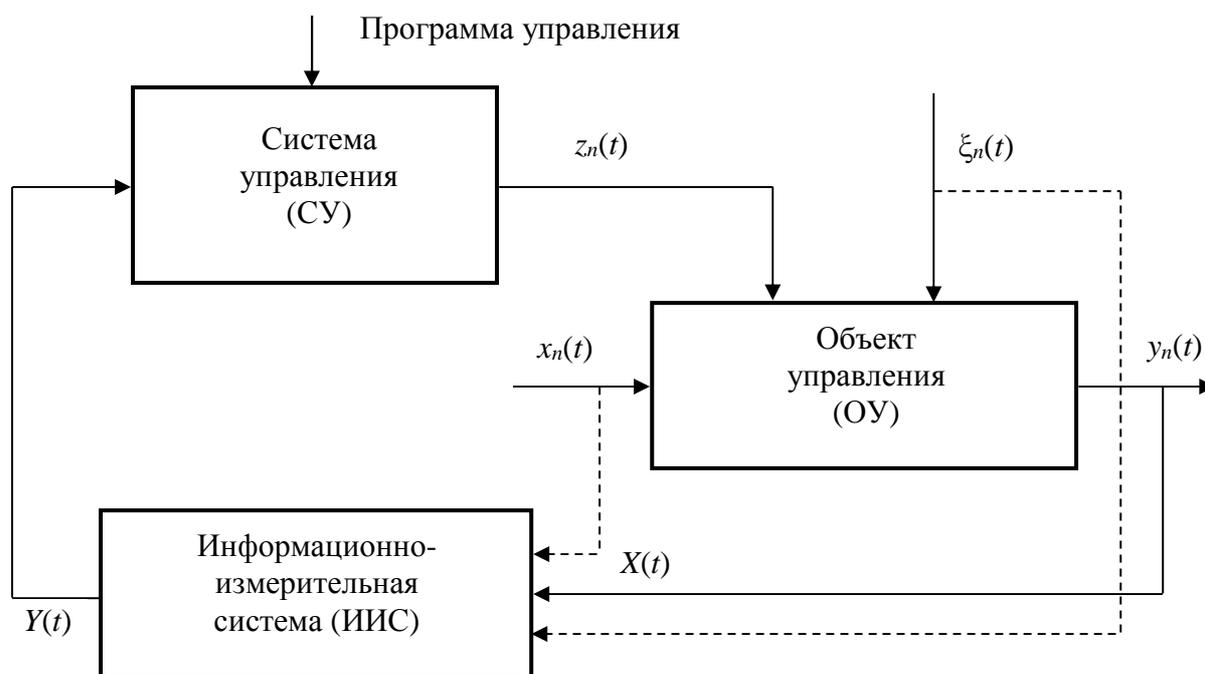


Рисунок 3 Управление качеством изделий в производственном процессе:

$z_n(t)$ – управляющее воздействие, $X(t)$, $Y(t)$ – измеряемые и преобразуемые параметры.

В системах с прямым контролем входных параметров $x_n(t)$ полностью исключается влияние производственных факторов на точность выдерживаемого параметра, и потому они являются наиболее совершенными системами в настоящее время [4]. Осуществление же контроля параметров $\xi_n(t)$ дестабилизирующего воздействия в ходе выполнения производственного процесса (температура, вибрация и др.) позволяет системе отслеживать случайные возмущения и проводить адаптацию (подналадку параметров системы). Системы с контролем выходных параметров $y_n(t)$ позволяют регистрировать отклонение параметров от заданных программой управления (подача, давление, частота вращения и др.). Разброс величин $y_n(t)$, как показывают проведенные исследования [1], с повышением степени автоматизации оборудования снижается, а значит, возрастает качество изделий, изготавливаемых на данном оборудовании.

Несмотря на достигнутые успехи в автоматизации машиностроительного и приборостроительного оборудования, в области информационного обеспечения технических систем, существуют нерешённые проблемы, затрагивающие качественную сторону производственного процесса. Решение таких проблем возможно с использованием перспективных ИИС, что позволит наиболее полно удовлетворить всевозрастающие требования производства. Так, существует требования к точности позиционирования замыкающего звена $10^{-5}...10^{-7}$ и выше, а к диапазону перемещений по коэффициентам преобразования не менее 1000...10000:1 и более для угловых и линейных величин.

Не полностью решены проблемы измерения линейных (угловых) перемещений и скорости (ускорений) исполнительных органов технологического оборудования с

диапазонами $L_x > (2...10)$ м и $V_x > 1,0$ м/с, а также в области сверхнизких скоростей $V_x < 0,01$ м/с. Особенно остро эти вопросы обозначены при создании модулей среднего и крупного размеров, промышленных роботов, автоматизированных складов и повышении их производительности.

Не полностью решены вопросы интеграции измерительных приборов ИИС с механическими элементами и узлами оборудования, недостаточно и неэффективно используются процессорные средства по обработке первичной информации. Сдерживающим фактором в применении средств измерений ИИС автоматизированного оборудования остаются достигаемые показатели – порог чувствительности, точность, быстродействие, стоимость.

Повышение разрешающей способности традиционными методами на сегодняшний день оказывается бесперспективным, возникает необходимость поиска принципиально новых решений информационного обеспечения технических систем и методов построения измерительных приборов. Требуемый порог чувствительности способны обеспечить информационно-измерительные системы с использованием измерительных приборов на основе волновых принципов преобразования, с малой длиной волны λ_v несущих колебаний – ультразвуковые, фотоэлектрические и оптические, которые нашли применение в прецизионном оборудовании и имеют известные достоинства и недостатки.

Данную проблему можно решить использованием оптоэлектронных лазерных ИИС. Появление первых оптоэлектронных ИИС обусловлено стремлением к автоматизации оптических измерений. Большие возможности открылись перед оптоэлектронными ИИС после создания лазеров. Очень важно такое достоинство лазеров, как высокая пространственная и временная когерентность. Пространственные и временные параметры лазерного излучения определяются как фазовым состоянием активной среды (твердое, жидкое, газообразное), так и различными конструкциями резонаторов и режимом накачки.

При высоком разрешении (0,01 мкм) лазерные ИИС имеют малые периодические и нерегулярные технологические ошибки, характерные для традиционных измерительных средств (погрешности типа нестыковки масштабных линеек, биений измерительных винтов, изменений масштаба из-за нагрева и загрязнений и т.п.).

Бесконтактный принцип интерференционных измерений, модульность конструкции, возможность построения многокоординатных ИИС, наличие связи с ЭВМ – все это позволяет современным лазерным ИИС органически вписываться в сложные технические системы, например, в ИИС многокоординатных станков и измерительных машин, осуществлять не только измерительные функции, но и решать задачи управления и контроля во время обработки, тем самым гарантируя качество готовой продукции.

ИИС на основе лазерных интерферометров могут конкурировать с традиционными измерительными средствами, если измерения проводятся в диапазонах с верхним пределом измерения до 1 м. Если верхний предел диапазона измерения превышает 1 м, то ИИС на основе оптоэлектронных лазерных интерферометров по производительности, метрологическим и экономическим критериям превосходят традиционные измерительные системы. Этот вывод подтверждает практика промышленного выпуска металлорежущих станков и измерительных машин, оснащенных на основе лазерных ИИС.

Таким образом, практическое использование отечественными и зарубежными фирмами лазерных ИИС показывает, что по метрологическим показателям они превосходят традиционные ИИС.

Список литературы

1. Базыкин, С.Н. Информационно-измерительные системы на основе интерферометров : моногр. / С.Н Базыкин; под ред. д-ра техн. наук, проф. В.А. Васильева. – Пенза : изд-во ПГУ, 2014. – 132 с.
2. Демин, С.Б. Информационные измерительные системы с использованием магнитострикционных приборов: дис. ... д-ра техн. наук / Демин С.Б. – Пенза, 2003. – 443 с.
3. Застрогин, Ю. Ф. Прецизионные измерения параметров движения с использованием лазера / Ю.Ф. Застрогин. – М. : Машиностроение, 1986. – 272 с.
4. Порфирьев, Л.Ф. Основы теории преобразования сигналов в оптико-электронных системах / Л.Ф. Порфирьев. – С-Петербург. : Лань, 2013.
5. Телешевский. В.И. Основы теории и принципы построения акустооптических измерительных систем высокоточных станков : автореф. дис. ... д-ра техн. наук / Телешевский В.И. – М., 1980.
6. Якушенков, Ю.Г. Основы оптико-электронного приборостроения / Ю.Г. Якушенков. – М. : Логос, 2013.

Рецензенты

Истомина Т.В., д.т.н., профессор, заведующая кафедрой «Информационные технологии и менеджмент в медицинских и биотехнических системах» Пензенского государственного технологического университета, г.Пенза;

Ломтев Е.А., д.т.н., профессор кафедры «Информационно-измерительная техника и метрология» Пензенского государственного университета, г.Пенза.