

## МАШИНОСТРОЕНИЕ

**Е. В. Конопацкий, И. Г. Балюба**

Моделирование дуги обвода на основе конфигурации Дезарга

Предложен новый геометрический алгоритм моделирования дуги обвода в виде кривой одного отношения на основе конфигурации Дезарга, параметризация которого выполнена с помощью математического аппарата «Точечное исчисление». Проведенный анализ показал, что полученная дуга обвода обладает интересными геометрическими свойствами, которые потенциально могут быть использованы для моделирования одномерных и многомерных обводов высокого порядка гладкости, что составляет перспективу дальнейших исследований. Представлено подробное описание процесса параметризации дуги обвода в точечном исчислении, исходя из предложенного геометрического алгоритма ее построения за исключением громоздких преобразований. Приведенные приемы параметризации геометрических объектов в точечном исчислении на основе простого отношения трех точек прямой, инвариантного относительно параллельного проецирования, могут быть использованы другими исследователями для решения широкого круга задач инженерной геометрии и компьютерной графики. Приведены примеры моделирования пространственных и плоских, замкнутых и незамкнутых дуг обвода, которые могут найти свое применение в качестве формообразующих элементов поверхностей технических форм.

**Ключевые слова:** конфигурация Дезарга, дуга обвода, геометрический алгоритм, точечное исчисление, порядок гладкости, касательная.

**А. А. Новиков, А. Р. Путинцева**

Повышение эффективности санации урологических катетеров при различных типах воздействия ультразвуковых излучателей

Цель статьи — определение рациональных режимов для безопасного и эффективного ультразвукового воздействия в целях санации урологических катетеров. Показано, что применяя амплитудно-модулированный или импульсный режим питания, можно добиться повышения амплитуды, то есть улучшить качество чистки и снизить тепловыделение. В результате предложено два технических решения возбуждения ультразвукового излучателя.

**Ключевые слова:** ультразвук, излучатель, санация, обструкция, амплитудно-модулированный режим питания, импульсный режим питания.

**А. А. Новиков, А. Р. Путинцева, А. Ю. Цуканов, Д. С. Ахметов**

Исследование прохождения низкочастотных ультразвуковых колебаний через неоднородные биологические среды при ультразвуковой санации урологических катетеров

Цель данной статьи — исследование особенностей прохождения ультразвуковых колебаний через неоднородные биологические среды. Для достижения цели предложена математическая модель распространения ультразвуковых колебаний в гетерогенных средах, проведены клинические исследования. Показано, что при оценке прохождения ультразвуковых колебаний через неоднородные биологические среды может быть использован предложенный метод расчета. Составлены рекомендации по выбору топографических ориентиров ультразвукового воздействия для неинвазивной санации урологических катетеров.

**Ключевые слова:** ультразвук, интенсивность ультразвуковых колебаний, акустический импеданс, санация, обструкция, мочеточниковый стент.

**Д. И. Чернявский, Д. Д. Чернявский, А. А. Панютин**

Определение прочностных характеристик элементов длинноходового поршневого компрессора

В работе проводится анализ прочностного расчета длинномерного штока поршня длинноходового поршневого компрессора, предназначенного для получения избыточного давления газа. Величина повышения давления в одной ступени компрессора может увеличиваться до 120 раз от начального давления газа. Определены критерии прочностного расчета штока поршня, при которых необходимо использовать либо методику расчета штока на прочность, либо модель расчета штока на устойчивость. Сделаны выводы и приведены практические рекомендации, которые можно использовать в процессе проектирования компрессорных ступеней.

**Ключевые слова:** длинноходовой поршневой компрессор, расчет на прочность, потеря устойчивости сжатых стержней, критическая сила сжатия Эйлера, адиабата Пуассона.

**А. А. Дубанов, Т. В. Аюшеев**

Преследование на плоскости объектами, сходящими с траектории защищаемого объекта, с моделированием области обнаружения

В данной статье производится описание модели преследования одиночной цели методом погони группой объектов. Все объекты, участвующие в модели преследования, движутся с постоянной по модулю скоростью. Преследующий объект движется по определенной траектории и выпускает через заданные промежутки времени объекты, задачей которых является настигнуть цель методом погони. Выпускаемые объекты обладают ограничениями на кривизну траектории движения. Перед одиночной целью, в свою очередь, поставлена задача — настигнуть преследователя методом параллельного сближения. Для каждого преследующего объекта сформирована область обнаружения. Область обнаружения образуется двумя лучами. Вектор скорости объекта является биссектрисой угла, образованного такими лучами. Если цель попадает в область обнаружения, то объект начинает преследование методом погони. Если цель выходит из области обнаружения, то объект совершает равномерное и прямолинейное движение. Задачей является реализация динамической модели множественного группового преследования, где каждый объект имеет свои задачи, реализуемые методом погони. Модель разработана с использованием систем компьютерной математики. По результатам исследований были созданы анимированные изображения. В качестве примера, где могла бы быть востребована модель, разработанная в статье, можно привести следующее. Рассмотрим движение маломаневренного объекта, который догоняет более скоростная цель. В качестве средств защиты вместо выпуска пассивных тепловых ловушек предлагается сброс множества автономно управляемых средств поражения. Анализ существующих исследований показал, что подобных средств защиты летательных аппаратов не существует. Моделирование производилось на плоскости, препятствий для моделирования в пространстве нет. Результаты исследований могут быть востребованы при проектировании беспилотных летательных аппаратов с элементами автономного управления и искусственного интеллекта.

**Ключевые слова:** параллельное преследование, метод погони, цель, преследователь, траектория, коррекция.

**В. А. Ильных, В. Ю. Линейцев**

Анализ вибраций опор качения механизмов машин

В статье проводится анализ вибраций опор качения и их влияние на работоспособность в течение заданного срока службы. Увеличение скорости работы, форсирование по мощности и нагрузке узлов машин и механизмов вызывает увеличение интенсивности вибрационных полей. Воздействие вибраций приводит к изменению характеристик контактирующих поверхностей, увеличению трения в стыках и нагреву сборочных единиц и узлов. В статье приводится описание факторов, возмущающих вибрации в ответственных узлах машин. Формулируются пути снижения вибраций, в том числе в результате применения различных смазочных материалов. Проводится анализ работоспособности опор качения узлов машин до и после применения ремонтно-восстановительных составов в смазочных материалах. Применение ремонтно-восстановительных составов на основе минеральных добавок и добавление его в смазочный материал позволяет оценить эффективность ремонтно-восстановительных составов на процессы трения и износа в опорах качения.

Использование жидких смазочных материалов с минеральными добавками дисперсностью частиц до 10 мкм при смазывании дает возможность уменьшить уровень шумов и существенно снизить уровень вибрации в подшипниках качения машин и механизмов.

**Ключевые слова:** опоры качения, ремонтно-восстановительные составы (РВС), минеральные добавки, смазочные материалы, уровень вибраций, уровень шумов.

#### **А. Г. Кисель, Д. С. Макашин**

Влияние СОЖ и режимов обработки на шероховатость поверхности при торцевом фрезеровании заготовок из алюминиевых сплавов

В рамках данных исследований были проведены экспериментальные исследования влияния применения смазочно-охлаждающей жидкости (СОЖ) различных типов — синтетической «БИОСИЛ-С», полусинтетической «СП-3» и водоземлюсионной «Смальта-4» — на шероховатость обработанной поверхности алюминиевой заготовки при фрезерной обработке. Оценка шероховатости обработанной поверхности выполнялась по параметру Ra с помощью портативного профилометра модели MarSurf PS1. В результате исследований установлено, что СОЖ по-разному влияют на качество получаемой поверхности. Наилучшее качество поверхности было получено при скорости резания  $V=283$  м/мин и подаче  $S=0,02$  мм/зуб с применением СОЖ марки «БИОСИЛ-С», что обусловлено рациональными режимами резания и физическими свойствами СОЖ.

**Ключевые слова:** СОЖ, эффективность СОЖ, плотность, эмпирическая зависимость.

#### **Л. К. Сиротина**

Методологические подходы и целеполагание разработки показателей производственной технологичности заказов и процессов

Статья посвящена проблеме формирования необходимой справочной информации об обобщенных показателях производственной технологичности изделий, заказов и процессов по результатам организационной подготовки при планировании позаказного производства мелкосерийной продукции текстильных и швейных предприятий. Разработка необходимой справочной информации о показателях материалоемкости и трудоемкости заказов позволит систематизировать процесс их комплексной подготовки и планирования производства с учетом существующих организационно-технических условий и требований эффективности. Изложены подходы, цель и задачи расчета и направления оценки обобщенных показателей производственной технологичности заказов и процессов для нужд объемно-календарного планирования производства в условиях предприятий изучаемой отрасли.

**Ключевые слова:** подготовка производства, технологичность заказа, текстильное предприятие, швейное предприятие, календарно-плановые нормативы, материалоемкость заказа, сырьевой баланс, трудоемкость заказа.

#### **Ю. О. Филиппов**

Исследование применения композиционного материала для временного ремонта запорной арматуры на магистральных нефтепроводах

Рассмотрены составы композиционных материалов на основе эпоксидных смол с различными типами наполнения. Показано, что материал с металлическим наполнителем имеет более высокие механические характеристики по сравнению с материалом, наполненным керамикой. При этом высокие механические свойства материал сохраняет при низких температурах и после взаимодействия с нефтепродуктами. Гидравлические испытания показали, что материал с керамическим наполнителем выдержал только на не сквозных дефектах. Материал с металлическим наполнителем выдержал испытания на не сквозных дефектах и на сквозных дефектах при давлении до 4,0 МПа. Рассмотренный материал с наполнителем на основе порошка Fe и Cr может быть использован в трубопроводном строительстве для временного ремонта

арматуры при не сквозных дефектах или при сквозных дефектах задвижек, работающих до 1,6 МПа.

**Ключевые слова:** трубопроводная арматура, временный ремонт, композиционный материал, механические свойства, гидравлические испытания.

**Ф. Ф. Хабибуллин, Р. Т. Исламов, Т. А. Мустафаев, В. Н. Крымова**

Исследование кинематики привода мехатронного устройства на базе пространственного механизма

В данной статье рассмотрим схему мехатронного устройства на базе пространственного механизма. Схема спроектирована таким образом, что рабочие органы совмещены с элементами передаточного механизма — звеньями. В основе проектирования объединили два базовых модуля с отбрасыванием соответствующих общих звеньев и шарнира, в результате чего образовали новое устройство. Помимо этого, особое внимание уделили значениям абсолютной угловой скорости и углового ускорения звена для конкретной точки, также линейным скоростям и ускорениям для каждой интересующей точки звена, из которого определяются радиус-вектор и положение точки в пространстве. На основе проведенных расчетов предложена схема мешалки с четырьмя звеньями-лопастями, рабочие органы которых совмещены с элементами передаточного механизма.

**Ключевые слова:** пространственный механизм, четырехзвенный механизм, привод, кривошип, исследование кинематики, синтез механизмов.

**А. Х. Шамутдинов, И. Ю. Лесняк**

Имитация динамики колебаний манипулятора с помощью уравнений Лагранжа II рода

В статье рассматриваются основные этапы составления динамической модели колебаний манипулятора на основе методики математического моделирования, базой которой выступает схемное решение исследуемого манипулятора. Составлено схемное решение манипулятора как системы, в которой на рабочую панель действует произвольная вертикальная сила  $P_z$  и моменты  $M_x$ ,  $M_y$  относительно осей  $X$  и  $Y$ . Разработана динамическая модель манипулятора и эквивалентная модель динамики его колебаний путем замены основных подвижных структурных его элементов и шарниров упругими элементами — пружинами с известными коэффициентами жесткости. На основе уравнения динамики, в форме Лагранжа II рода, составлена система уравнений колебательных процессов, возникающих от внешних нагрузок, определены собственные частоты упругих колебаний манипулятора и сделаны выводы.

**Ключевые слова:** манипулятор, рабочая панель, наклонная панель, поворотная панель, поворотная панель, коэффициент жесткости, уравнения Лагранжа, матрица инерции и жесткости.

**В. И. Ядров, А. В. Пепеляев, С. Д. Герасимов, В. С. Вебер**

Реализация программного процесса запуска подогревателя на танке Т-72 в зимних условиях

В представленной работе дано обоснование необходимости установки на объекты бронетанковой техники системы программного процесса запуска подогревателя. Сделан анализ имеющихся на сегодняшний день работ по этой тематике. Определены основные, по мнению авторов, недостатки, имеющиеся в предложенных подходах к решению проблемы. В статье предложено техническое решение, позволяющее максимально снизить участие механика-водителя в предпусковой подготовке танкового двигателя. Сделан прогноз на дальнейшее совершенствование разработанной системы, позволяющее существенно поднять уровень боеготовности воинских частей.

**Ключевые слова:** предпусковая подготовка двигателя, микроконтроллер, блок управления, исполнительный механизм, подогреватель, боевая готовность, условия низких температур.

**Л. Р. Сафарова, С. В. Касьянов, Д. Т. Сафаров**

Проектирование технологий жизненного цикла попутных продуктов и отходов в процессе подготовки производства нового автокомпонента

В статье представлен подход к минимизации воздействия автомобильного производства на природную среду, при минимизации расхода ресурсов за счет адекватного планирования объемов порождения отходов на рабочих местах и разработки процессов их жизненного цикла на стадии подготовки производства автокомпонента. Приведен алгоритм проектирования технологии изготовления автокомпонентов с разработкой процессов порождения на рабочих местах всех видов попутных продуктов. Блоки расчетных процедур синхронизированы с этапами подготовки производства нового продукта в автомобилестроении. Разработана методика структурирования процесса, выполняется моделирование содержания внутриоперационных процессов создания товарного продукта и формирования временных цепей с последующим планированием удаления попутных продуктов, отходов и выбросов в процессах функционирования и обслуживания рабочих мест. Выполняются экономические расчеты для принятия решения инженерными службами предприятия.

**Ключевые слова:** интегрированная система управления качеством, попутные продукты, отходы, выбросы, планирование, управление отходами, проект подготовки производства.

## **ЭНЕРГЕТИКА И ЭЛЕКТРОТЕХНИКА**

**А. А. Кузнецов, В. В. Харламов, М. А. Волчанина**

Алгоритм диагностирования изоляции силовых трансформаторов акустическим методом в условиях изменения температуры

В статье приводится алгоритм обработки данных при диагностировании изоляции акустическим методом силовых трансформаторов системы электроснабжения железных дорог. Особенностью системы электроснабжения железнодорожного транспорта является расположение тяговых подстанций вдоль железнодорожного пути. Эксплуатация силовых трансформаторов осуществляется в открытых условиях. Показано, что для диагностирования силовых трансформаторов целесообразно использовать переносные комплексы на основе акустического контроля частичных разрядов благодаря их высокой мобильности и относительной простоте установки. Для повышения достоверности диагностирования в условиях сезонных изменений температуры предложено использовать имитатор дефектов и дифференциальный способ измерения параметров частичных разрядов. Предложены схема проведения эксперимента и алгоритм диагностирования. Приведены выражения, описывающие свойства трансформаторного масла при изменении температуры и, как следствие, изменение параметров сигнала при распространении акустических волн. Приводятся данные диагностирования, полученные на силовом трансформаторе системы электроснабжения железных дорог при положительных и отрицательных значениях температуры в условиях развития дефекта изоляции, сопровождающегося частичными разрядами.

**Ключевые слова:** силовые трансформаторы, акустический метод, частичные разряды, диагностирование изоляции, устройство имитации дефектов, параметры сигналов.

**А. А. Кузнецов, А. В. Пономарев, А. Ю. Кузьменко, Г. В. Волчанин**

Определение электрокоррозионного состояния железобетонных конструкций по параметрам изменения цвета на видеоизображении

В статье показан один из факторов, влияющий на образование коррозии полых железобетонных конструкций — токи утечки в изоляторах. Развитие коррозии зависит от количеств электричества, прошедшего через армированный железобетон. Предложена методика контроля коррозионного состояния по изменению параметров цвета на видеоизображении поверхности железобетона. Проведен натурный эксперимент на образцах, имитирующих различную степень коррозии, а также на образце с неизвестным уровнем коррозии. Изображения получены при помощи промышленного эндоскопа.

Ключевые слова: железобетонные опоры, коррозия, токи утечки, изоляторы, визуальный контроль, видеоизображение, параметры цвета.

**В. И. Горбунков, М. А. Холмов, А. В. Иукина, И. В. Ксендзов, В. А. Жигadlo**

Динамическое воздействие электрического заряда на проводник

Из закона сохранения количества движения получена оценка динамического воздействия электрического поля заряженной сферы на проводник с током; для этого использован характерный временной параметр передачи заряда проводящей сфере. Проведена оценка силы взаимодействия и величины передаваемой энергии, которые позволят определить физическую природу динамического воздействия. Дано описание лабораторного стенда.

**Ключевые слова:** кулоновское взаимодействие, Ампера закон, поле сферы, проводник с током вблизи заряженной сферы, закон сохранения количества движения.

**С. Г. Шантаренко**

Особенности построения современных систем автоматического резервирования мощности тяговых подстанций постоянного тока

В статье приведены результаты исследований по повышению эффективности функционирования электротехнических комплексов резервирования мощности в системах электроснабжения железнодорожных транспортных средств постоянного тока за счет совершенствования технологических режимов тяговых подстанций. Представлены научно обоснованные технические решения аппаратной части, управляющий алгоритм системы резервирования мощности для тяговых подстанций с двумя преобразовательными агрегатами и методика выбора мест установки автоматических систем резервирования мощности для повышения эффективности функционирования системы электроснабжения железнодорожных транспортных средств. Практическая апробация разработанных технических и технологических решений показала эффективность их применения в условиях эксплуатации.

**Ключевые слова:** электротехнический комплекс, система резервирования мощности, преобразовательный агрегат, тяговая подстанция, управляющий алгоритм.

## **ЭЛЕКТРОНИКА, ФОТОНИКА, ПРИБОРОСТРОЕНИЕ И СВЯЗЬ**

**С. В. Бирюков, Л. В. Тюкина, А. В. Тюкин**

Экспериментальные исследования сдвоенного электроиндукционного сферического датчика напряженности электрического поля в неоднородном поле точечного источника

В работе рассматриваются экспериментальные исследования в неоднородном электрическом поле сдвоенного электроиндукционного сферического датчика, представляющего собой конструктивное объединение двух двойных датчиков в одно целое. Сдвоенные датчики являются неотъемлемой частью нового метода измерений неоднородных электрических полей по среднему значению. Экспериментальные исследования направлены на подтверждение возможности использования в неоднородных электрических полях сдвоенных датчиков и метода измерений напряженности ЭП по среднему значению. Для проведения экспериментов в неоднородном электрическом поле создана высоковольтная измерительная установка. Измерительная установка дала возможность получить статические характеристики сдвоенного датчика в неоднородном ЭП. Сопоставление статических характеристик, полученных в однородном и неоднородном поле, позволило оценить их погрешности и сравнить с теоретически рассчитанными погрешностями. Результаты сопоставления показали, что статические характеристики расходятся между собой не более чем на 1,5 %, а расхождение погрешностей сдвоенного датчика, оцененных по экспериментальным данным в неоднородном поле и полученных теоретически, не превышает  $\pm 2$  % в абсолютных единицах.

Полученные результаты исследований позволяют подтвердить адекватность теории, положенной в основу теоретических положений, заложенных в расчеты сдвоенных электроиндукционных сферических датчиков напряженности ЭП.

**Ключевые слова:** эксперимент, однородное поле, неоднородное поле, напряженность электрического поля, сдвоенный датчик, метод измерения.

**В. Ю. Кобенко, С. О. Фролов, Р. Ф. Ганеев**

Применение идентификационного метода для контроля износа подшипников

Работа посвящена проблеме контроля износа подшипников в процессе их работы. Приводится описание хорошо известных методов контроля состояния подшипников, направленных на решение данной проблемы. Рассматривается применение технологии идентификационных измерений сигналов для контроля степени износа подшипников.

**Ключевые слова:** вибросигнал, дефект, износ подшипника, идентификационные измерения, контроль состояния.

**В. В. Зайцев, К. С. Фадеев, К. В. Авдеева**

Разработка математической модели цепи управления магнитоуправляемого ферровариометра

Задачей данной работы является разработка математической модели для исследования магнитного поля управления магнитоуправляемого ферровариометра в линейном приближении. Данная задача решается на основе плоскопараллельной модели. В основе решения лежит метод вторичных источников. На основе разработанной математической модели составлена программа на языке высокого уровня, обеспечивающая ввод исходных данных и вывод их на печать, вычисление координат вторичных источников и расчет начального приближенного значения связанных токов, а также итерационный счет системы уравнений с заданной точностью. Описанный метод и программа позволяют получать приближенную картину распределения поля управления в конструкции магнитоуправляемого ферровариометра и окружающем пространстве, если конструкция может быть представлена плоскопараллельной моделью. На основе расчета поля можно выполнять параметрический синтез конструкции цепи управления и оценивать ее мешающее воздействие на окружающие электрические цепи.

**Ключевые слова:** ферровариометр, математическая модель, цепь управления, магнитопровод, магнитное поле, феррит.

**Е. В. Леун, А. Е. Шаханов, С. Ю. Самойлов, А. Ю. Колобов**

Основы совершенствования схмотехники высокоточных быстродействующих акустооптических лазерных интерферометров перемещений с частотным согласованием составляющих блоков и двойного гетеродинамирования на этапе фотопреобразования

В статье рассматриваются развитие схмотехники акустооптических (АО) лазерных интерферометров перемещений (ЛИП) и достижимые ими значения разрешающей способности. Обсуждаются вопросы частотного согласования блоков АО ЛИП: АО модулятора, фотоприемного устройства (ФПУ) и генератора частоты. Изучаются особенности фотопреобразования ФПУ при его освещении тремя пространственно совмещенными оптическими потоками. Из них два потока разночастотные и созданы в результате дифракции в АО модуляторе и используются для измерения фазового набега от контролируемых смещений объекта. Третий оптический поток является амплитудно-модулированным с частотой модуляции, близкой к разностной частоте первых двух оптических потоков. Такой прием приводит к двукратному переносу (двойное гетеродинамирование) фазового набега от смещений на электрический сигнал разностной частоты между тремя оптическими потоками.

Рассматриваются схемы АО ЛИП с постоянным значением частоты амплитудно-модулированного оптического потока и с ее автоподстройкой. Обсуждаются особенности использования в АО ЛИП охлаждаемых ФПУ.

**Ключевые слова:** лазерный интерферометр перемещений, гетеродинирование оптических сигналов, шумы фотоприемника, джиттер генератора, фильтрация сигнала, охлаждаемый фотоприемник, автоподстройка частоты.

**А. А. Версин, А. М. Молчанов, В. П. Монахова, В. А. Афанасьев**

Разработка математической модели течения газа для градуировочного стенда приёмников полного и статического давлений

В работе предложена математическая модель расчета основных параметров контролируемого газового потока в процессе проектирования и создания градуировочного стенда для приемников статического и полного давлений, позволяющая до аттестации стенда выявить особенности и картину распределения этих параметров по радиусу и длине струи газового потока. Получение заданного контролируемого газового потока, в свою очередь, связано с расчетом и изготовлением сопла. В работе предложено использование дозвукового сопла, рассчитанного по формуле Витошинского, которое позволяет создавать в рабочей части градуировочного стенда заданную скорость газового потока в зависимости от расхода газа (рассмотрено три режима). Приведены результаты расчета таких параметров газового потока, как продольная скорость, статическое давление и статическая температура на разных расстояниях от среза сопла (на срезе сопла, на расстоянии  $2R_a$ , на расстоянии  $5R_a$ ).

**Ключевые слова:** градуировочный стенд, сопло, математическая модель, профиль скорости.

**Л. В. Тюкина, С. В. Бирюков, А. В. Тюкин**

Новый подход к применению метода измерения напряженности электрического поля по среднему значению

В работе рассматривается новая возможность использования метода измерений напряженности электрического поля по среднему значению с целью уменьшения погрешности от неоднородности поля и расширения пространственного диапазона измерений. Проведенные в работе исследования позволили установить, что при использовании метода измерений по среднему значению на каждом шаге измерений всегда имеются три значения, два из которых соответствуют двум предыдущим значениям напряженности ЭП, определенным с противоположными по знаку погрешностями, а третья соответствует среднему значению из них. Поэтому в работе было предложено измерение напряженности электрического поля в одной точке пространства двумя датчиками с противоположными по знаку погрешностями. При этом поочередно определяя на каждом шаге усреднения среднее значение напряженности ЭП из ранее полученных и последующих средних значений, приближающего результат измерения к истинному значению. По результатам теоретических исследований предложен новый метод — «Метод измерений с пошаговым усреднением», который без усложнения процесса измерений позволяет уменьшить в два-три раза погрешность измерения напряженности неоднородных электрических полей в широком пространственном диапазоне по сравнению с методом измерений по среднему значению.

**Ключевые слова:** неоднородное электрическое поле, напряженность электрического поля, двойной датчик, метод измерения по среднему значению, пошаговое усреднение.

**Е. Алтай, А. В. Федоров, К. А. Степанова, Д. О. Кузиванов**

Оценка эффективности методов обработки сигналов акустической эмиссии при реализации полиномиальных цифровых фильтров

В статье представлен метод обработки сигнала акустической эмиссии (АЭ) для выделения информационной и помеховой составляющей из зашумленной записи. Метод основан на полиномиальной цифровой фильтрации. Для компенсации вносимых искажений фильтрами предложена схема двунаправленной обработки сигнала АЭ. Проанализирована работоспособность метода фильтрации зашумленной записи и на основе количественных показателей проведена оценка обработки. Результаты оценки показали, что представленный метод фильтрации обеспечивает устойчивость влияющим помехам и высокую точность обработки записи сигнала АЭ при сравнении с ближайшими аналогами.



**Ключевые слова:** сигнал акустической эмиссии, цифровой фильтр, полином Баттерворта, точность обработки, помехоустойчивая обработка, двунаправленная фильтрация, отношения сигнал/помеха.