



Математика

Математический анализ

УДК 517.547.7

О классе насыщения метода Абеля суммирования рядов по многочленам Фабера. Бруй И. Н. (ГрГУ им. Янки Купалы). *Вестник Гродзенскага дзяржаўнага ўніверсітэта імя Янкі Купалы. Серыя 2. Матэматыка. Фізіка. Інфарматыка, вылічальная тэхніка і кіраванне.* 2017, т. 7, № 3. С. Библ. – 22.

Ряды по многочленам Фабера, порядок насыщения, класс насыщения, метод Абеля суммирования.

Во введении указан объект исследования – ряды по многочленам Фабера. Определены основные понятия: насыщение, порядок насыщения, класс насыщения. Целью исследования является получение структурной характеристики класса насыщения метода Абеля суммирования рядов по многочленам Фабера. В основной части получены структурные характеристики класса насыщения: 1) в жордановых областях с гладкой границей С. Я. Альпера; 2) в жордановых областях со спрямляемой границей ограниченного вращения и без точек возврата; 3) на сегменте $[-1,1]$. В жордановых областях с гладкой границей С. Я. Альпера класс насыщения описан через обычную производную, в жордановых областях со спрямляемой границей ограниченного вращения и без точек возврата – через производную Фабера, на сегменте $[-1,1]$ класс насыщения описан через обычную производную тригонометрически сопряженной функции к сложной функции $f(\cos x)$. Полученные результаты могут быть применены в теоретических исследованиях по суммированию рядов по многочленам Фабера, а также при чтении специальных курсов по теории приближений.

Аналитическая теория дифференциальных уравнений

УДК 517.925

О некоторых системах дифференциальных уравнений с подвижными критическими особенностями в задаче движения трех тел. Сазонова А. Т. (ГрГУ им. Янки Купалы). *Вестник Гродзенскага дзяржаўнага ўніверсітэта імя Янкі Купалы. Серыя 2. Матэматыка. Фізіка. Інфарматыка, вылічальная тэхніка і кіраванне.* 2017, т. 7, № 3. С. Библ. – 4.

Движение трех тел, константа взаимодействия, упрощенная система, резонансы, метод малого параметра.

Во введении указан объект исследования – система, состоящая из двух обыкновенных дифференциальных уравнений, являющаяся математической моделью движения трех тел. Определены основные понятия: движение трех тел, константа межчастичного взаимодействия. Целью исследования является установление аналитических свойств решений в задаче движения трех тел в плоскости. Достижение поставленной цели предопределило основную задачу исследования – рассмотреть наборы констант взаимодействия и выделить среди них случаи, когда соответствующие системы имеют решения с подвижными критическими особенностями, т.е. данные условия не являются достаточными для отсутствия у объекта исследования подвижных критических особенностей. Актуальность темы обуславливается отсутствием методов интеграции уравнений такого типа и возможностью до конца исследовать их решения. В основной части рассмотрена система, описывающая движение трех тел. Для данной системы путем введения малого параметра получена упрощенная система. Рассмотрены 22 набора констант межчастичного взаимодействия, при которых соответствующие им системы имеют решения с подвижными критическими особенностями. Для каждого набора приведены детальные исследования, показано, что данные условия не являются достаточными для отсутствия у исследуемой системы подвижных критических особенностей. Также рассмотрены 5 наборов констант межчастичного взаимодействия, при которых решения соответствующих систем являются мероморфными функциями. Для каждого набора найдены и записаны общие решения. Для изучения свойств системы были использованы классические методы исследования аналитической теории дифференциальных уравнений и систем: метод малого параметра и метод резонансов. Доказана теорема, в которой

выделены те значения констант, при которых соответствующие системы имеют решения с подвижными критическими особенностями. Также доказана теорема, где выделены наборы констант взаимодействия, при которых все решения соответствующих систем являются мероморфными функциями. В заключении указаны основные результаты, полученные для исследуемых наборов констант взаимодействия. Данные исследования могут быть применены при решении ряда задач небесной механики, а также для чтения спецкурсов по аналитической теории дифференциальных уравнений.

УДК 517.925

Об аналитических свойствах решений одной системы третьего порядка. Ян Чэнь, Мартынов И. П. (ГрГУ им. Янки Купалы). *Вестник Гродзенскага дзяржаўнага ўніверсітэта імя Янкі Купалы. Серыя 2. Матэматыка. Фізіка. Інфарматыка, вылічальная тэхніка і кіраванне.* 2017, т. 7, № 3. С. Библ. – 7.

Система третьего порядка, подвижная особая линия, уравнение Шазы, первый интеграл, отображение решений, преобразование Беклунда, модулярная функция.

Во введении указан объект исследования – автономная дифференциальная система третьего порядка, правые части которой есть многочлены специального вида. Сформулирована цель исследования – построить дифференциальные уравнения для компонент решения этой системы, для некоторых линейных комбинаций этих компонент, а также показать, что рассматриваемая система, имеющая подвижную особую линию, не имеет первого интеграла, рационального относительно компонент решения системы. Работа посвящена аналитической теории дифференциальных уравнений, в которой решения уравнений и систем являются функциями комплексной переменной. Для уравнений и систем порядка выше второго существуют трудности, связанные с наличием в решениях неизолированных особых точек, которые образуют особые линии. Положение этих особых линий в плоскости комплексной переменной зависит от выбора начальных данных, т.е. особые линии являются подвижными. Как оказалось, дифференциальные уравнения для компонент решения и их линейных (и нелинейных) комбинаций также имеют подвижные особые линии. Для исследования аналитических и качественных свойств решений систем третьего и более высокого порядка часто важную роль играет наличие первых и промежуточных интегралов, рациональных относительно компонент решений. Таким образом, задачу нахождения первых интегралов таких уравнений и систем следует считать очень важной для аналитической теории дифференциальных уравнений. Естественно, необходимо также знать те случаи, когда первые интегралы определенного вида нельзя построить. Считаем, что полученные результаты работы будут полезны для дальнейших исследований свойств решений систем третьего порядка.

Дифференциальные уравнения с частными производными

УДК 517.946

Классическое решение смешанной задачи для линейного гиперболического уравнения четвертого порядка с кратными характеристиками. Чеб Е. С. (БГУ). *Вестник Гродзенскага дзяржаўнага ўніверсітэта імя Янкі Купалы. Серыя 2. Матэматыка. Фізіка. Інфарматыка, вылічальная тэхніка і кіраванне.* 2017, т. 7, № 3. С. Библ. – 9.

Дифференциальное уравнение с частными производными гиперболического типа четвертого порядка, начальная задача, граничная задача, классическое решение, метод характеристик, условия согласования.

Во введении указан объект исследования – смешанная задача для уравнения четвертого порядка в частных производных с постоянными коэффициентами гиперболического типа с кратными производными. Целью исследования является построение классического решения корректно поставленной по Адамару смешанной задачи и доказательство теоремы о существовании и единственности. В основной части построено классическое решение начальной и граничной задач для нестрого гиперболического однородного уравнения четвертого порядка с постоянными коэффициентами и кратными производными. Для построения решения использован метод характеристик. Согласно этому методу, в общем решении исходного уравнения содержится сумма четырех функций, которые на области определения находятся из начальных и граничных условий и зависят от аргументов $x + a_1t$ и $x + a_2t$. Решение построено для случаев наличия или

отсутствия производных младших порядков. Получены условия согласования начальных и граничных данных с учетом гладкости заданных функций, вытекающие из требования четырёхжды непрерывной дифференцируемости решения. Подмечено, что в случае строго гиперболического уравнения требования на гладкость начальных данных на порядок ниже. Доказана теорема о существовании единственного классического решения. Полученные результаты могут быть применены в теории уравнений с частными производными и в вычислительной математике.

Дифференциальные и интегральные уравнения математических моделей естественных наук

УДК 534.26

Рассеяние звукового поля на тонкой незамкнутой сферической оболочке и круговом диске. Шушкевич Г. Ч. (ГрГУ им. Янки Купалы). *Вестник Гродзенскага дзяржаўнага ўніверсітэта імя Янкі Купалы. Серыя 2. Матэматыка. Фізіка. Інфарматыка, вылічальная тэхніка і кіраванне.* 2017, т. 7, № 3. С. Библ. – 22.

Рассеяние звукового поля, незамкнутая сферическая оболочка, круговой диск, парные сумматорные уравнения, парные интегральные уравнения, бесконечная система линейных алгебраических уравнений второго рода.

Во введении приведен обзор литературных источников, имеющих отношение к теме исследования, и указан объект исследования – граничная задача, описывающая процесс рассеяния звукового поля на бесконечно тонкой незамкнутой сферической оболочке и бесконечно тонком круговом диске. В статье построено аналитическое решение осесимметричной задачи рассеяния звукового поля на бесконечно тонкой незамкнутой сферической оболочке и бесконечно тонком круговом диске. Источником звукового поля является точечный сферический излучатель, расположенный внутри тонкой незамкнутой сферической оболочки – акустически жесткой оболочки. В основной части работы сделана постановка граничной задачи. Давление исходного звукового поля представлено в виде ряда по сферическим волновым функциям. Вторичные звуковые давления представлены в виде суперпозиции сферических и цилиндрических волновых функций в локальной системе координат. С помощью теорем сложения, связывающих сферические и цилиндрические волновые функции, решение поставленной граничной задачи сведено к решению парных сумматорных уравнений по полиномам Лежандра и парным интегральным уравнениям с ядром в виде функции Бесселя. Парные уравнения преобразованы к бесконечной системе линейных алгебраических уравнений второго рода с вполне непрерывным оператором, допускающей решение методом редукции. Выведена формула для вычисления вторичного звукового давления. Полученные результаты могут найти практическое применение при конструировании звуковых экранов, используемых в промышленности, строительстве и т.п.

Вариационное исчисление и математическая теория оптимального управления

УДК 517.977.1

Достаточные условия спектральной управляемости на основе декомпозиции линейной стационарной сингулярно возмущенной системы с запаздыванием. Цехан О. Б. (ГрГУ им. Янки Купалы). *Вестник Гродзенскага дзяржаўнага ўніверсітэта імя Янкі Купалы. Серыя 2. Матэматыка. Фізіка. Інфарматыка, вылічальная тэхніка і кіраванне.* 2017, т. 7, № 3. С. Библ. – 48.

Сингулярно возмущенная система, разнотемповая система, запаздывание, спектр, спектральная управляемость, достаточные условия, малый параметр, декомпозиция.

Объект исследования – линейная стационарная сингулярно возмущенная система с малым параметром при старшей производной части переменных и с запаздыванием в медленных переменных состояния (ЛССВСЗ). Целью работы является получение независимых от малого параметра и справедливых для всех его достаточно малых значений ранговых достаточных условий спектральной управляемости ЛССВСЗ как по всей совокупности переменных системы, так и по ее частям. Условия получены на основе декомпозиции и анализа свойств спектра ЛССВСЗ и выражены в терминах матричных параметров систем меньшей размерности, чем исходная. Во введении описаны отличительные особенности моделей исследуемого типа: сингулярность, наличие разнотемповых движений в динамике моделируемой системы,

запаздывання по перемным. Обоснована актуальность исследования таких моделей как с теоретической, так и с точки зрения приложений. Введено понятие, указаны значимость анализа спектра и его особенность для сингулярно возмущенных систем, а также проблем управления спектром. Выполнен краткий обзор публикаций по теме исследования. В первой части определены основные задачи работы. Введено понятие спектральной $\{x,y\}$ -управляемости ЛССВСЗ (в нескольких эквивалентных формах) и сформулирован ранговый параметрический критерий спектральной $\{x,y\}$ -управляемости ЛССВСЗ, зависящий от параметра и справедливый при любом фиксированном значении параметра. Указаны значимость и возможность применения для анализа СВСЗ декомпозиционных методов. Во второй части определены вырожденная система и система погранслоя, связанные с исходной ЛССВСЗ независимые от параметра системы меньшей размерности. Введены понятия и получены условия спектральной управляемости вырожденной системы и системы погранслоя. В части 3 сформулированы вспомогательные результаты о декомпозиции ЛССВСЗ и разделении ее спектра на два непересекающихся множества с «медленными» и «быстрыми» собственными значениями. Введены связанные с этой декомпозицией понятия спектральной x -(y)-управляемости ЛССВСЗ при фиксированном $\mu > 0$ и сформулированы соответствующие критерии. В части 4 установлена связь условий спектральной управляемости вырожденной системы и системы погранслоя со спектральной управляемостью исходной ЛССВСЗ как по всей совокупности переменных системы, так и по ее частям. Доказаны ранговые достаточные условия спектральной $\{x,y\}$ -, x -, y -управляемости ЛССВСЗ, которые не зависят от параметра и справедливы для всех достаточно малых значений параметра. В последней части приведены иллюстративные примеры. В заключении описаны некоторые обобщения и приложения полученных результатов, которые можно использовать для решения задач анализа и синтеза линейных стационарных сингулярно возмущенных систем с запаздыванием.

Функциональный анализ

УДК 517.44

Преобразование лапласа и непрерывное вейвлет-преобразование обобщенных функций экспоненциального роста.
Вувуникян Ю. М., Лобасенко Ю. А. (ГрГУ им. Янки Купалы). *Вестник Гродзенскага дзяржаўнага ўніверсітэта імя Янкі Купалы. Серыя 2. Матэматыка. Фізіка. Інфарматыка, вылічальная тэхніка і кіраванне.* 2017, т. 7, № 3. С. Библ. – 3.

Преднорма, сопряженное пространство, тензорное произведение, вейвлет-преобразование, обобщенные функции, преобразование Лапласа, обобщенные функции экспоненциального роста.

Объектом исследования являются обобщенные функции на \mathbb{R} экспоненциального роста степени s . Предмет исследования – преобразование Лапласа и вейвлет-преобразование обобщенных функций. Целью работы является ввод прямого преобразования Лапласа и прямого вейвлет-преобразования обобщенных функций на \mathbb{R} экспоненциального роста степени s , изучение свойств полученных преобразований. В основной части введена пространства \mathcal{E}^a и \mathcal{E}_c . Доказаны теоремы для пространств \mathcal{E}^a и \mathcal{E}_c : о полноте полинормированного пространства \mathcal{E}^a , критерий фундаментальности последовательности в пространстве \mathcal{E}_c , свойство полноты и бочечности пространства \mathcal{E}_c . Введено пространство \mathcal{E}'_{c+} , сопряженное пространствам \mathcal{E}^a и \mathcal{E}_c . Даны определения обобщенной функции на \mathbb{R} экспоненциального роста степени s (\mathcal{E}'_{c+}), преобразования Лапласа обобщенных функций на \mathbb{R} экспоненциального роста степени s . Рассмотрены свойства обобщенного преобразования Лапласа, примеры преобразования Лапласа наиболее распространенных обобщенных функций. Выведена формула прямого вейвлет-преобразования обобщенных функций на \mathbb{R} экспоненциального роста степени s . Рассмотрены свойства прямого вейвлет-преобразования обобщенных функций. Полученные теоретические результаты можно применить для обработки и анализа реальных данных, возникающих в экономических, финансовых, технических и других системах, что позволит более точно исследовать работу таких систем и прогнозировать их поведение. Результаты могут быть использованы при чтении общих и специальных курсов, проведении практических занятий по статистическому анализу стационарных временных рядов в высших учебных заведениях.



Физика

Приборы и методы экспериментальной физики

УДК 537.311

Компонентный состав тела представителей юношеского возраста, измеренный биоимпедансным методом. *Жарнов А. М., Башун Н. З.* (ГрГУ им. Янки Купалы). *Вестник Гродзенскага дзяржаўнага ўніверсітэта імя Янкі Купалы. Серыя 2. Матэматыка. Фізіка. Інфарматыка, вылічальная тэхніка і кіраванне.* 2017, т. 7, № 3. С. Рис. – 4. Табл. – 1. Библ. – 8.

Активное сопротивление, реактивное сопротивление, антропометрические показатели, характеристики тела человека, биоимпедансный метод, юношеский возраст.

Во введении указан объект исследования – компонентный состав биологического объекта, исследуемый на основе его антропометрических данных и электрических характеристик тела, определенных биоимпедансным методом при помощи анализатора АВС-01 «Медасс». Целью исследования является определение компонент состава тела человека, наиболее точно определяющих его норму в зависимости от возрастной категории. В основной части описана принципиальная схема исследований электрических характеристик тела человека при помощи биоимпедансных анализаторов, основанная либо на измерениях снимаемых с тела человека переменного напряжения и фазового угла, либо переменных напряжения и тока. Описана методика проведения численных расчетов компонент состава тела с использованием антропометрических и электрических характеристик. Проведен качественный анализ изменения активного сопротивления тела человека, обусловленный проводимостью жидких электролитов, как функции возраста. Проанализированы регрессионные уравнения для расчета компонент состава человеческого тела. Показано, что отклонения при расчетах одного и того же объекта с использованием коэффициентов, представленных в литературе, могут достигать 30 %. Для группы студентов из 62 человек мужского пола 18–19-летнего возраста проведен анализ индекса массы тела человека и жировой массы тела, нормированной к его полной массе. Определено, что относительная жировая масса тела человека точнее характеризует норму возрастной категории, нежели индекс Кетле. Полученные результаты могут быть применены в профилактической и спортивной медицине при исследованиях компонентного состава тела человека.

Радиофизика

УДК 537.87

Управление высокочастотной дисперсией диэлектрической проницаемости пленок на основе полярных диэлектриков. *Калоша Л. А., Заерко Д. В., Гайда Л. С., Комар В. Н.* (ГрГУ им. Янки Купалы). *Вестник Гродзенскага дзяржаўнага ўніверсітэта імя Янкі Купалы. Серыя 2. Матэматыка. Фізіка. Інфарматыка, вылічальная тэхніка і кіраванне.* 2017, т. 7, № 3. С. Табл. – 3. Рис. – 4. Библ. – 9.

Диэлектрические пленки, полярные диэлектрики, коэффициент диэлектрической проницаемости, высокочастотный резонанс материала.

Во введении указан объект исследования – пленки с изменяемыми диэлектрическими параметрами. Предметом исследования является дисперсия диэлектрической проницаемости пленок при воздействии высокочастотного электрического поля. Цель работы – исследование диэлектрических свойств композитных пленок, состоящих из поливинилового спирта и наполнителей с различной концентрацией: оксида алюминия, порошков талька или бора. В основной части исследованы возможности управления высокочастотным электрическим полем значениями диэлектрической проницаемости пленок. Проведены исследования частотной зависимости относительной диэлектрической проницаемости для пленок на высоких частотах мостовым методом. Описана методика измерений

диэлектрических характеристик пленок в диапазоне частот. Приведено обоснование выбора композитного материала и наполнителей. Представлены зависимости диэлектрической проницаемости композитного полимера от частоты приложенного высокочастотного электрического поля. Показано, что наличие примесей различной концентрации позволяет изменять значения диэлектрической проницаемости композитного материала под воздействием высокочастотного электрического поля. Представлена возможность регулирования диапазона частот, в котором осуществляется управление изменением диэлектрической проницаемостью композитного полимера, за счет изменения концентрации наполнителей. Приведено физическое обоснование резонансного изменения диэлектрических свойств используемых композитных материалов. Диэлектрическая дисперсия композитного полимера в высокочастотном электрическом поле обусловлена взаимодействием полярных молекул поливинилового спирта с молекулами наполнителей. Полученные результаты исследования позволяют определить требования к диэлектрическим свойствам полярных диэлектрических материалов, применение которых позволит создавать системы с регулируемыми электрофизическими параметрами. Композитные пленки на основе полярных диэлектриков могут использоваться при разработке новых электронно-управляемых устройств в СВЧ-электронике и оптоэлектронике.

Фізика конденсированного состояния

УДК 541.1

Фрактальная структура кластеров меди в матрице политетрафторэтилена. *Белко А. В., Никитин А. В.* (ГрГУ им. Янки Купалы). *Вестник Гродзенскага дзяржаўнага ўніверсітэта імя Янкі Купалы. Серыя 2. Матэматыка. Фізіка. Інфарматыка, вылічальная тэхніка і кіраванне.* 2017, т. 7, № 3. С. Рис. – 5. Библ. – 18.

Полимерные композиты, метод Отсу, порог сегментации, фрактальная размерность, модели RLA.

Во введении указан объект исследования – композиты на основе политетрафторэтилена, полученные при использовании различных технологий формирования. Целью данной работы является исследование пространственного расположения частиц кластеров меди в матрице политетрафторэтилена. В основной части разработан алгоритм распознавания кластеров меди в матрице политетрафторэтилена композиционного материала по снимкам поверхности, полученным методами оптической микроскопии. Метод основан на пороговой сегментации кластеров в соответствии с методом Отсу. Цель этого метода состоит в том, чтобы выбрать порог, который минимизирует отношение объединенной дисперсии к дисперсии между классами, определяемыми разбиением гистограммы на пороги. На основе полученных снимков и разработанного алгоритма проведен анализ и определено распределение кластеров в матрице политетрафторэтилена при массовых концентрациях меди от 1 до 20 %. В соответствии с соотношением между квадратом периметра фрактального объекта и его площадью рассчитаны фрактальные размерности профилей кластеров наполнителя в матрице. Фрактальные размерности профиля выделенных сегментов кластеров наполнителя в матрице политетрафторэтилена увеличиваются от 1,65 до 1,72 при изменении массовой концентрации меди от 1 до 20 %. Наполнитель образует кластеры, структуру которых можно описать в рамках модифицированной модели агрегации, ограниченной диффузией (RLA). Расчеты выполнялись в ресурсном центре «СКИФ» Гродненского государственного университета имени Янки Купалы на суперкомпьютерном кластере «IBM FlashSystem 240 cluster». Определение геометрических количественных характеристик для описания структуры и распределения частиц кластеров наполнителя в матрице композиционного материала необходимы для расчета теплофизических характеристик композиционных материалов, а также прочностных расчетов и степени модифицирования.

Теплофизика и теоретическая теплотехника

УДК 535.391:621.376

Механизм разрушения полиметилметакрилата при воздействии на его поверхность лазерного излучения. *Васильев С. В., Иванов А. Ю., Савостьян А. В., Семенчук Е. О.* (ГрГУ им. Янки Купалы). *Вестник Гродзенскага дзяржаўнага ўніверсітэта імя Янкі Купалы. Серыя 2. Матэматыка. Фізіка. Інфарматыка, вылічальная тэхніка і кіраванне.* 2017, т. 7, № 3. С. Рис. – 6. Библ. – 19.

Беспилотный летательный аппарат, акустическое излучение, частотно-временной анализ, преобразование Хафа, словарь признаков, алфавит классов, алгоритм классификации, кратность частот.

Во введении указан объект исследования – прозрачные полимеры, подвергающиеся воздействию лазерного излучения в различных средах и при различных режимах лазерной обработки. Определен ряд особенностей лазерного разрушения органических материалов, в частности полиметилметакрилата (ПММА). Целью данной работы является определение основного механизма формирования кратера при воздействии лазерного излучения на поверхность ПММА. В основной части описана методика экспериментальных исследований взаимодействия лазерного излучения с твердыми прозрачными диэлектриками. В частности, подробно изложено применение скоростной голографической киносъемки для исследования динамики развития зоны разрушения обрабатываемого материала при лазерно-плазменном воздействии на его поверхность. Проведено сравнение результатов воздействия лазерного излучения на полиметилметакрилат при различных условиях: на воздухе при нормальном давлении, на воздухе при пониженном давлении и в воде. Показано, что процесс разрушения материала в указанных условиях имеет существенные отличия. В частности, при помещении облучаемого образца в атмосферу воздуха, имеющего нормальное давление, на поверхности мишени образуется и развивается кратер. Существенно, что развитие кратера протекает неравномерно: сначала увеличивается его диаметр, и только после того, как он (диаметр) становится в полтора раза больше диаметра пятна фокусировки лазерного излучения, рост кратера приобретает трехмерный характер. При расположении облучаемого образца в камере с пониженным давлением и в воде излучение лазера свободно проникает вглубь материала, что позволяет формироваться очагам пробоя в объеме образца на дефектах и неоднородностях. При этом развитие каверн, расположенных ближе к облучаемой поверхности, препятствует развитию более удаленных каверн (экранировка). В заключении указано, что при отсутствии доступа кислорода кратер на поверхности облучаемого образца не образуется. Следовательно, основным механизмом образования кратера на поверхности полиметилметакрилата при его лазерной обработке является горение пластика. Полученные результаты могут быть применены на промышленных предприятиях, использующих лазерную обработку материалов.

Кристаллография, физика кристаллов

УДК 548.12

Влияние изменения степени гидратации слюды на положение узлов обратной решетки серии (001). *Лиопо В. А., Овчинников Е. В., Ситкевич Ф. А., Ляшук И. А.* (ГрГУ им. Янки Купалы). *Вестник Гродзенскага дзяржаўнага ўніверсітэта імя Янкі Купалы. Серыя 2. Матэматыка. Фізіка. Інфарматыка, вылічальная тэхніка і кіраванне.* 2017, т. 7, № 3. С. Табл. – 1. Рис. – 11. Библ. – 8.

Структура, слоистые силикаты, гидратация, фторсоединения, наноматериалы.

Во введении рассмотрены вопросы применения слюды и влияния термообработки на их физико-механические характеристики. В основной части исследовано воздействие степени гидратации кристаллов природных слюд на положение узлов обратной решетки (001). Методами компьютерного моделирования проведено изучение кристаллов природных слюд, состоящих из слоев двух типов – флогопитовой (d_1) и вермикулитовой (d_2) с размерами блоков $d_1 \approx 10 \text{ \AA}$ и $d_2 \approx 14 \text{ \AA}$. Блоки d_1 и d_2 формируют смешаннослойные кристаллы. Если концентрация одной из фаз превышает значение 0,7, то на рентгеновской монокристаллической дифрактограмме имеются рефлексы только этой фазы. Если концентрации находятся в интервале $0,3 \div 0,7$, то на дифрактограмме обнаруживаются рефлексы обеих фаз. Во всех случаях, кроме монослойных структур, наблюдаются дифракции 001-узлов обратной решетки вокруг их идеальных положений. Рассмотрены вопросы влияния зарядового состояния слюды на электретенные характеристики фторсодержащих покрытий. Для фторсодержащих покрытий, формируемых на поверхности слюдяных подложек в зависимости от типа подложки, проявляется электронная или дипольная поляризация. Покрытия ФСО, формируемые на ювенильных поверхностях слюды, являются нанoeлектретенными, так как размер зарядовых областей на поверхности слюды соизмерим с наноразмерами, и данная зарядовая мозаика приводит к существенным изменениям в физических характеристиках покрытий в сравнении с покрытиями фторсодержащих олигомеров, формируемых на инертных подложках. Наличие электретенного состояния в покрытиях фторсодержащих олигомеров должно оказывать существенное влияние на трибохимические реакции, происходящие на границе раздела пар трения, модифицированных фолеоксами.



Информатика,

ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И УПРАВЛЕНИЕ

Теоретические основы информатики

УДК 004.10:519.872

Нахождение ожидаемых доходов в сетях обслуживания с обходами систем заявками и ограниченным временем их ожидания в очередях. *Науменко В. В.* (ГрГУ им. Янки Купалы) *Вестник Гродзенскага дзяржаўнага ўніверсітэта імя Янкі Купалы. Серыя 2. Матэматыка. Фізіка. Інфарматыка, вылічальная тэхніка і кіраванне. 2017, т. 7, № 3. С. Библ. – 3.*

Марковская сеть массового обслуживания, обходы систем заявками, случайное время ожидания заявок, ожидаемые доходы.

Объектом исследования является марковская сеть массового обслуживания с доходами, обходами систем обслуживания (СМО) заявками и ограниченным временем их ожидания в очередях. Заявки, которые поступают в системы, с некоторой вероятностью присоединяются к очереди либо с дополнительной вероятностью мгновенно переходят в другие СМО. Длительность ожидания заявок в очереди системы – случайная величина, распределенная по показательному закону. Выбор заявок на обслуживание происходит в соответствии с дисциплиной FIFO. Заявки, время ожидания которых в очереди истекло, покидают СМО, не получив в ней обслуживания, и могут перераспределяться в сети, но уже согласно другой матрице вероятностей переходов. Каждая заявка при переходе из одной СМО в другую приносит последней некоторый случайный доход, а доход первой СМО соответственно уменьшается на эту величину. Целью исследования является нахождение ожидаемых доходов систем такой сети. Рассмотрен случай, когда доходы от переходов между состояниями сети являются случайными величинами с заданными средними значениями, а сеть функционирует в условиях высокой нагрузки. В основной части приведено описание такой сети, указаны всевозможные вероятности переходов и доходы от переходов между состояниями сети. Описана методика нахождения ожидаемых доходов систем рассматриваемой сети. Основные результаты: получено выражение для таких доходов в виде линейных функций времени, коэффициенты которых зависят от параметров систем сети. Практическая значимость полученных результатов заключена в том, что их можно использовать при разработке способов сокращения очередей перед обслуживающими устройствами информационных сетей (ИС) с учетом прогнозирования ожидаемых доходов в них.

Прикладные информационные (компьютерные) технологии.

Методы, основанные на применении компьютеров

УДК 004.9:519.872

Анализ открытой сети обслуживания произвольной структуры с ограниченным числом заявок и случайным временем их ожидания в очередях. *Алейникова В. Г., Галицкая А. О., Матальцкий М. А.* (ГрГУ им. Янки Купалы). *Вестник Гродзенскага дзяржаўнага ўніверсітэта імя Янкі Купалы. Серыя 2. Матэматыка. Фізіка. Інфарматыка, вылічальная тэхніка і кіраванне. 2017, т. 7, № 3. С. Рис. – 10. Библ. – 8.*

Открытая сеть массового обслуживания, ограниченное число заявок, случайное время ожидания, марковский процесс, система дифференциальных уравнений, асимптотический анализ.

Математическое моделирование различных экономических и компьютерных систем является сложной задачей, так как общее число заявок в этих системах изменяется с течением времени. Для решения данной задачи применены сети

массового обслуживания открытой структуры. Во введении описан объект исследования – открытая сеть массового обслуживания (МО) произвольной структуры с однотипными заявками, время ожидания которых в очередях систем ограничено случайными величинами с экспоненциальным распределением. Общее число заявок в сети ограничено определенной константой. Параметры обслуживания сети постоянны, маршрут заявок определяется произвольной стохастической матрицей вероятностей переходов. Время обслуживания заявок каждой линии систем распределено по экспоненциальному закону, заявки выбираются на обслуживание в соответствии с дисциплиной FIFO. Время ожидания заявок в очередях систем ограничено случайными величинами с экспоненциальным распределением. Состояние сети описано марковским случайным процессом. Целью исследования является асимптотический анализ данного процесса при большом числе заявок и нахождение среднего относительного числа заявок в системах сети в произвольный момент времени. В основной части показано, что плотность распределения вероятностей исследуемого процесса с определенной точностью удовлетворяет уравнению Колмогорова–Фоккера–Планка. Получена система обыкновенных линейных дифференциальных уравнений первого порядка с разрывными правыми частями для среднего относительного числа заявок в каждой из систем сети в интересующий момент времени. В компьютерной математической системе Mathematica разработана программная процедура, реализующая расчет примеров. Представлены примеры расчета среднего относительного числа заявок в системах сетей, являющихся моделями процесса обработки заявок клиентов в страховой компании.

Анализ, оптимизация и управление сложными системами

УДК 004.10:519.872

Нахождение ожидаемых доходов в G-сети с сигналами и групповым удалением заявок методом последовательных приближений. *Маталыцкий М. А., Копать Д. Я.* (ГрГУ им. Янки Купалы). *Вестник Гродзенскага дзяржаўнага ўніверсітэта імя Янкі Купалы. Серыя 2. Матэматыка. Фізіка. Інфарматыка, вылічальная тэхніка і кіраванне.* 2017, т. 7, № 3. С. Images – 1. Библ. – 9.

G-сеть, положительные заявки и сигналы, групповое удаление заявок, переходный режим, ожидаемые доходы.

Объектом исследования в данной статье является открытая марковская сеть массового обслуживания с доходами, положительными заявками и сигналами с групповым удалением заявок. В основной части работы приведено описание функционирования G-сети с положительными заявками и сигналами, когда системы при поступлении в систему перемещают заявку в другую систему или уничтожают в ней группу положительных заявок, уменьшая их число на случайную величину, которая задается некоторым распределением вероятностей. Сигнал, поступающий в систему, в которой отсутствуют положительные заявки, не оказывает на сеть массового обслуживания никакого влияния и сразу исчезает из нее. Потоки положительных заявок и сигналов, поступающих в каждую из систем сети, являются независимыми. Целью исследования является нахождение ожидаемых доходов систем такой сети. Рассмотрен случай, когда доходы от переходов между состояниями сети являются детерминированными функциями, зависящими от ее состояний. В основной части приведено описание сети, указаны всевозможные переходы между состояниями сети, вероятности переходов и доходы от переходов между состояниями. Получена система разностно-дифференциальных уравнений для ожидаемых доходов систем сети. Для ее решения предложен метод последовательных приближений, совмещенный с методом рядов. Доказано, что последовательные приближения сходятся к стационарному решению такой системы уравнений, а сама последовательность приближений – к единственному решению системы. Каждое приближение можно представить в виде сходящегося степенного ряда с бесконечным радиусом сходимости, коэффициенты которого связаны рекуррентными соотношениями. Поэтому их удобно использовать при расчетах на ПЭВМ. Полученные результаты могут быть применены при прогнозировании потерь в информационно-телекоммуникационных системах и сетях от попадания в них компьютерных вирусов и проведения компьютерных атак.

Математическое и компьютерное моделирование систем и процессов

УДК 004.9

Анализ сети с положительными и отрицательными заявками различных типов в переходном режиме. *Копать Д. Я., Матальцкий М. А.* (ГрГУ им. Янки Купалы). *Вестник Гродзенскага дзяржаўнага ўніверсітэта імя Янкі Купалы. Серыя 2. Матэматыка. Фізіка. Інфарматыка, вылічальная тэхніка і кіраванне.* 2017, т. 7, № 3. С. Рис. – 1. Библ. – 6.

G-сеть, переходный режим, положительные и отрицательные заявки многих типов; метод последовательных приближений, совмещенный с методом рядов.

Во введении указан объект исследования – G-сеть с положительными и отрицательными заявками различных типов. Целью работы является анализ такой сети в переходном режиме, нахождение вероятностей состояний сети, зависящих от времени. В первой части статьи приведено описание функционирования G-сети с положительными и отрицательными заявками, когда отрицательные заявки при поступлении в систему уничтожают положительную заявку своего типа. Поток положительных и отрицательных заявок, поступающих в каждую из систем сети, являются независимыми. Обслуживание положительных заявок всех типов происходит в соответствии с дисциплиной RS. Для нестационарных вероятностей состояний сети выведена система разностно-дифференциальных уравнений (РДУ) Колмогорова. Предложена методика их нахождения, которая основана на использовании модифицированного метода последовательных приближений, совмещенного с методом рядов. Последовательные приближения с течением времени сходятся к стационарному распределению вероятностей, вид которого указан в статье, а сама последовательность приближений сходится к решению РДУ. Доказана единственность данного решения методом от противного. Любое последовательное приближение представимо в виде сходящегося степенного ряда с бесконечным радиусом сходимости, коэффициенты которого удовлетворяют рекуррентным соотношениям, что является удобным при расчетах на компьютерах. Рассчитан модельный пример, иллюстрирующий нахождение зависящих от времени вероятностей состояний сети с помощью этой методики. Полученные результаты могут быть применены при моделировании поведения компьютерных вирусов и атак в информационно-телекоммуникационных системах и сетях, например, как модель воздействия некоторых файловых вирусов на ресурсы серверов.

МИХАИЛ АЛЕКСЕЕВИЧ МАТАЛЫЦКИЙ (к 60-летию со дня рождения)