На правах рукописи

ДОЛГУНЦЕВА Ирина Александровна

КОГОМОЛОГИИ ХОХШИЛЬДА АССОЦИАТИВНЫХ КОНФОРМНЫХ АЛГЕБР

01.01.06 — математическая логика,
алгебра и теория чисел

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание учёной степени
кандидата физико-математических наук

Новосибирск 2008

Работа выполнена в Новосибирском государственном университете

Научные руководители:

доктор физико-математических наук, профессор
Бокуть Леонид Аркадьевич

кандидат физико-математических наук
Колесников Павел Сергеевич

Официальные оппоненты:

доктор физико-математических наук, профессор
Копытов Валерий Матвеевич

доктор физико-математических наук, профессор
Мальцев Юрий Николаевич

Ведущая организация:

Санкт-Петербургский государственный университет

Защита диссертации состоится 14 ноября 2008 г. в 17 ч. 00 мин. на заседании диссертационного совета Д003.015.02 при Институте математики им. С. Л. Соболева СО РАН по адресу:
630090, Новосибирск, пр. Акад. Коптюга, 4.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Института математики СО РАН.

Автореферат разослан «___» октября 2008 г.

Ученый секретарь диссертационного совета
кандидат физико-математических наук А. Н. Ряскин

Общая характеристика работы

Актуальность темы диссертации. Структурная теория конформных алгебр — сравнительно новая и активно развивающаяся область алгебры. Интерес к этой теории обусловлен тем, что она связана с математической физикой. Одним из направлений изучения конформных алгебр является исследование расширений конформных алгебр. В данной диссертации рассматриваются расширения ассоциативных конформных алгебр.

Формальное определение конформной алгебры было сформулировано В.Г. Кацем в работе [**9**] как аксиоматическое описание сингулярной части разложения операторного произведения (operator product expansion, OPE) киральных полей в конформной теории поля. Киральные поля (или формальные распределения) представляют собой бесконечные в обе стороны ряды

$$\sum_{n\in\mathbb{Z}} a_n z^{-n-1}$$

с коэффициентами в некоторой алгебре A (обычно в качестве алгебры A рассматривают алгебру Ли $\mathfrak{gl}(V)$ линейного пространства V над полем комплексных чисел $\mathbb{C}$). Произведение формальных распределений не всегда определено, так как может приводить к бесконечным суммам в коэффициентах. Для *взаимно локальных* формальных распределений вводится операция OPE, которая позволяет заменить умножение рядов счетным набором билинейных операций $\circ_n$, $n \in \mathbb{Z}_+$.

Сингулярная часть операторного произведения описывает некоторые коммутационные соотношения взаимно локальных формальных распределений, которые приводят к понятию конформной алгебры Ли. Ассоциативные конформные алгебры возникают как модули конформных линейных отображений.

Другой подход в теории конформных алгебр связан с понятием псевдотензорной категории, которое было введено А.А. Бейлинсоном и В.Г. Дринфельдом в работе [**3**]: конформная алгебра — это алгебра в псевдотезорной категории $\mathcal{M}(H)$, ассоциированной с полиномиальной алгеброй $H = \Bbbk[D]$ над полем $\Bbbk$ характеристики 0 (см. [**1**]). Объектами в этой категории являются левые унитальные H-модули, и алгеброй в $\mathcal{M}(H)$ называется модуль $C \in \mathcal{M}(H)$ с $H \otimes H$-линейной операцией $*\colon C \otimes C \to (H \otimes H) \otimes_H C$. Преимуществом данного языка является то, что ассоциативность, коммутативность и другие тождества имеют в нем естественную интерпретацию. Заметим, что обычная алгебра над полем $\Bbbk$ — это алгебра в псевдотензорной категории $\mathcal{M}(\Bbbk)$.

Таким образом, последний подход представляется наиболее естественным для обобщения понятия алгебры линейных преобразований $\operatorname{End} U$ конечномерного линейного пространства U. А именно, если V — конечно-порожденный H-модуль, то все его конформные эндоморфизмы (см. [**1, 6, 9**]) образуют ассоциативную конформную алгебру, которую обозначают $\operatorname{Cend} V$.

В работе А. д'Андреа и В.Г. Каца [**6**] были описаны простые и полупростые лиевы конформные алгебры конечного типа. В работе Е. Зельманова [**17**] был доказан аналог «основной» теоремы Веддерберна об отщеплении радикала для ассоциативных конформных алгебр конечного типа. В более широком классе ассоциативных конформных алгебр, имеющих точное представление конечного типа, аналоги структурных теорем были доказаны П.С. Колесниковым [**10, 11**].

Одним из главных результатов теории конечномерных алгебр является классическая теорема Веддерберна о строении сепарабельных алгебр.

Пусть A — конечномерная ассоциативная алгебра с радикалом $R = \operatorname{Rad}(A)$. *Если* $A/\operatorname{Rad}(A)$ *— сепарабельная алгебра, то существует подалгебра* $S \subseteq A$ *такая, что* A *равна прямой сумме пространств* $S \oplus \operatorname{Rad}(A)$.

В 1945 г. Г. Хохшильд ввел понятие когомологий для ассоциативных алгебр и доказал теорему о тривиальности группы когомологий для (полу)простых алгебр этого класса [**7**]. Он также показал, что теорема Веддерберна является следствием тривиальности второй группы когомологий алгебры матриц над полем.

Подход к теории когомологий Хохшильда ассоциативных конформных алгебр был предложен Б. Бакаловым, В.Г. Кацем и А. Вороновым [**2**]. В определении когомологий авторы использовали так называемые λ-произведения. Однако этот подход не был развит в должной мере. Также в этой работе сформулирована задача вычисления группы когомологий Хохшильда конформной алгебры $\operatorname{Cend} V$.

Таким образом, **основные цели** данной работы:

- разработка другого подхода к построению конформных когомологий Хохшильда, который использует язык псевдоалгебр;
- исследование связи между расширениями ассоциативных конформных алгебр и их второй группой когомологий;

- применение предложенного подхода к изучению расширений алгебры Cend_n конформных линейных преобразований свободного n-порожденного $\Bbbk[D]$-модуля.

Методы исследования. При получении основных результатов широко используются методы теории ассоциативных конформных алгебр и псевдоалгебр.

Основные результаты диссертации.

(1) дано определение когомологий Хохшильда ассоциативных конформных алгебр;
(2) получена теорема о связи элементов второй группы когомологий ассоциативной конформной алгебры и ее сингулярных расширений;
(3) доказана тривиальность второй группы когомологий Хохшильда конформной алгебры Вейля $\mathcal{W}$.

Научная новизна. Все основные результаты являются новыми и получены автором лично.

Теоретическая и практическая значимость. Работа имеет теоретическое значение. Результаты могут быть использованы в дальнейшем изучении ассоциативных конформных алгебр и их когомологий Хохшильда, а также при чтении спецкурсов по структурной теории колец.

Апробация работы. Результаты диссертации докладывались на семинаре по теории колец им. А.И. Ширшова (ИМ СО РАН), семинаре "Алгебра и логика" (НГУ), Международной конференции "Мальцевские чтения" в 2005–2007 гг. (Новосибирск), Международной конференции "Алгебра и ее приложения" в 2007 г. (Красноярск), Международной алгебраической конференции, посвященной 100-летию со дня рождения Д.К. Фаддеева в 2007 г. (Санкт-Петербург).

Публикации. Основные результаты по теме диссертации опубликованы в форме статей [**18**]–[**19**], препринта [**20**] а также в материалах международных конференций [**21**]–[**23**].

Структура работы. Диссертация состоит из введения и 5 глав. Она изложена на 51 странице. Список литературы содержит из 17 наименований.

Содержание диссертации

Общая структура диссертации. Каждая из глав диссертации подразделяется на параграфы. Нумерация утверждений (лемм, теорем, предложений, следствий), а также определений, примеров и замечаний сквозная. Каждый номер параграфа состоит из двух чисел: первое соответствует номеру главы, второе — порядковому номеру параграфа в данной главе (нумерация приведенных ниже утверждений отличается от использованной в диссертации).

Глава 1. В этой главе даны начальные сведения о конформных алгебрах. Вводится определение конформной алгебры на языке $\circ_n$-произведений, $n \in \mathbb{Z}_+$, [**9, 13**] и в терминах λ-произведений [**8**]. Приведены основные тождества, определяющие многообразие ассоциативных конформных алгебр.

Глава 2. Данная глава посвящена псевдотензорным категориям и псевдоалгебрам. Псевдотензорные категории позволяют унифицировать понятия обычной алгебры и конформной алгебры.

В § 2.1 приведены основные сведения об алгебрах Хопфа, необходимые для дальнейшего изложения материала.

В § 2.2 дано понятие псевдотензорной категории. Первоначально понятие мультикатегории ввел Дж. Ламбек в [**12**]. Позднее этот объект А. Бейлинсон, В. Дринфельд назвали псевдотензорной категорией [**3**]. Также в этом параграфе дано определение псевдоалгебры, показана связь между псевдоалгебрами и конформными алгебрами.

В § 2.3 рассмотрена псевдотензорная категория $\mathcal{M}(H)$, ассоциированная с полиномиальной алгеброй Хопфа $H = \Bbbk[D]$. Показано, что пространство всех полилинейных отображений изоморфно пространству локально регулярных, трансляционно инвариантных функций на $\Bbbk$.

В § 2.4 приведено понятие псевдолинейного отображения. Пространство всех полилинейных отображений $\mathrm{Chom}(U, V)$ из H-модуля U в H-модуль V наделено структурой H-модуля. Если U — конечно-порожденный H-модуль, то для любых $\phi \in \mathrm{Chom}(V, W)$, $\psi \in \mathrm{Chom}(U, V)$ определена композиция $\phi \circ \psi$, которая является локально регулярным и трансляционно инвариантным отображением.

Глава 3. В этой главе вводится понятие конформного линейного отображения. Пространство конформных линейных отображений из H-модуля U в H-модуль V также обозначается $\mathrm{Chom}(U, V)$. Если $U = V$, то $\mathrm{Chom}(U, U)$ обозначается $\mathrm{Cend}\, U$. Из результатов предыдущей главы следует, что для конечно-порожденного H-модуля U $\mathrm{Cend}\, U$ является ассоциативной конформной алгеброй относительно композиции конформных линейных преобразований.

В § 3.2 приводятся наиболее важные примеры алгебр конформных линейных преобразований: алгебра Cend_n конформных линейных преобразований свободного конечно-порожденного H-модуля $U = H \otimes \Bbbk^n$ и ее подалгебра Cur_n.

В работах **[8, 10, 13]** доказано, что алгебры Cend_n и $H \otimes M_n(\Bbbk[v])$ изоморфны (здесь v — формальная переменная). Поэтому каждый элемент $a \in \mathrm{Cend}_n$ представляется в виде

$$a = \sum_{s \geqslant 0} (-D)^{(s)} \otimes A_s(v) \in H \otimes M_n(\Bbbk[v]).$$

При этом конформные операции $\circ_m$, $m \in \mathbb{Z}_+$, заданы правилом

$$(1 \otimes A) \circ_m (1 \otimes B) = 1 \otimes A \partial_v^m (B),$$

где A, $B \in M_n(\Bbbk[v])$, $\partial_v^m = \partial^m / \partial v^m$.

Обозначим $x = 1 \otimes vE$, где E — единичная матрица в $M_n(\Bbbk)$. Алгебра Cend_n (как конформная алгебра) порождается элементами e_{ij}, i, $j = 1, \ldots, n$, и x, которые удовлетворяют следующим соотношениям:

$$e_{ij} \circ_m e_{kl} = \delta_{m,0} \delta_{j,k} e_{il}, \ m \geqslant 0, \tag{1}$$

$$e_{ij} \circ_0 x = x \circ_0 e_{ij}, \tag{2}$$

$$e_{ij} \circ_1 x = e_{ij}, \ e_{ij} \circ_m x = 0, \ m \geqslant 2, \tag{3}$$

$$x \circ_m e_{ij} = 0, \ m \geqslant 1, \tag{4}$$

$$\sum_i e_{ii} \circ_0 x = \sum_i x \circ_0 e_{ii} = x. \tag{5}$$

Доказано

Предложение 1. *Соотношения* (1)–(5) *составляют полную систему соотношений в* Cend_n.

В §3.3 дано определение правого (левого) модуля, бимодуля над ассоциативной конформной алгеброй на языке $\circ_n$-произведений, $n \in \mathbb{Z}_+$, λ-произведения и псевдопроизведения. Доказан аналог леммы Донга для модулей.

Глава 4. В данной главе мы вводим основные понятия теории когомологий ассоциативных конформных алгебр. Используя результаты главы 3, разрабатываем технику изучения расширений ассоциативных конформных алгебр.

В § 4.1 мы вводим ключевые понятия теории когомологий ассоциативных конформных алгебр: понятие n-коцепи, дифференциала, конформных когомологий Хохшильда.

Определение 1. Пусть V — бимодуль над ассоциативной конформной алгеброй C. Отображение

$$\varphi\colon C^{\otimes n} \to (H^{\otimes n}) \otimes_H V,$$

называется *n-коцепью* алгебры C с коэффициентами в V, если оно H-полилинейно, то есть $\varphi(h_1 a_1 \otimes \ldots \otimes h_n a_n) = (h_1 \otimes \ldots \otimes h_n \otimes_H 1)\varphi(a_1 \otimes \ldots \otimes a_n)$.

Определение 2. Отображение $\delta_n\colon C^n(C,V) \to C^{n+1}(C,V)$, определенное по правилу

$$\begin{aligned}(\delta_n\varphi)(a_1,\ldots,a_{n+1}) = & a_1 * \varphi(a_2,\ldots,a_{n+1}) + \\ & \sum_{i=1}^{n}(-1)^i \varphi(a_1,\ldots,a_i * a_{i+1},\ldots,a_{n+1}) + \\ & (-1)^{n+1}\varphi(a_1,\ldots,a_n) * a_{n+1},\end{aligned}$$

называется *дифференциалом.*

Доказано, что $\delta_{n+1}\delta_n = 0$.

Понятия n-коцикла, n-кограницы определяются также, как в теории когомологий обычных алгебр: n-коцепь φ называется *n-коциклом*, если $\delta_n\varphi = 0$, и называется *n-кограницей*, если существует $(n-1)$-коцепь ψ такая, что $\varphi = \delta_{n-1}\psi$. Множество n-коцепей обозначается $C^n(C,V)$, n-коциклов — $Z^n(C,V)$, множество n-кограниц — $B^n(C,V)$. Тогда $Z^n(C,V) = \ker\delta_n$, $B^n(C,V) = \operatorname{Im}\delta_{n-1}$.

Определение 3. *n-ой группой когомологий Хохшильда* алгебры C со значениями в бимодуле V называется H-модуль

$$H^n(C,V) = Z^n(C,V)/B^n(C,V).$$

Если $\varphi \in C^2(C,V)$, то в силу результатов предыдущей главы для любых $a, b \in C$ элемент $\varphi(a,b)$ единственным образом записывается в виде

$$\varphi(a,b) = \sum_{s\geqslant 0}((-D)^{(s)} \otimes 1) \otimes_H \varphi_s(a,b),$$

где $\varphi_s(a,b) \in V$.

Дано описание 1- и 2-коциклов в терминах $\circ_n$-произведений.

Замечание 1. Пусть C — ассоциативная конформная алгебра, V — C-бимодуль. Если $\varphi \in Z^1(C,V)$, то для всех a, $b \in C$, $n \in \mathbb{Z}_+$ выполняется равенство

$$\varphi(a \circ_n b) = a \circ_n \varphi(b) + \varphi(a) \circ_n b.$$

Замечание 2. Пусть C — ассоциативная конформная алгебра, V — C-бимодуль. Если $\varphi \in Z^2(C,V)$, то для всех a, b, $c \in C$, m, $n \in \mathbb{Z}_+$ выполняется равенство

$$a \circ_m \varphi_n(b,c) + \varphi_m(a, b \circ_n c) = \sum_{s \geqslant 0} \binom{m}{s} (\varphi_{n+s}(a \circ_{m-s} b, c) + \varphi_{m-s}(a,b) \circ_{n+s} c).$$

В § 3.2 исследуется связь между второй группой когомологий и расширениями ассоциативной конформной алгебры.

Мы называем *расширением* конформной алгебры C пару (B,σ), где B — конформная алгебра, $\sigma\colon B \to C$ — эпиморфизм конформных алгебр. Расширение (B,σ) называется *сингулярным*, если ядро расширения $\ker\sigma$ удовлетворяет равенству $\ker\sigma \circ_\omega \ker\sigma = 0$.

Теорема 1. *Пусть C — ассоциативная конформная алгебра, являющаяся проективным H-модулем, и M — некоторый C-бимодуль. Тогда существует взаимно однозначное соответствие между элементами второй группы когомологий $H^2(C,M)$ и классами изоморфных сингулярных расширений алгебры C, ядра которых изоморфны M.*

В ходе доказательства теоремы 1 показано, что для ассоциативной конформной алгебры C, являющейся проективным H-модулем, и ее сингулярного расширения (B,σ) с ядром $\ker\sigma = M$ можно определить H-линейное отображение $\rho\colon C \to B$ такое, что

$$\sigma\rho = \mathrm{id}\,.$$

Тогда отображение $\varphi_\rho\colon C \times C \to M$, определенное правилом

$$\varphi_\rho(a,b) = \rho(a) * \rho(b) - (\mathrm{id} \otimes \mathrm{id} \otimes_H \rho)(a * b), \quad a, b \in C,$$

является 2-коциклом, т. е. $\varphi_\rho \in Z^2(C,M)$.

Для бимодуля M над ассоциативной конформной алгеброй C и коцикла $\varphi \in C^2(C,M)$ построено сингулярное расширение B алгебры C с помощью бимодуля M, равное прямой сумме $C \oplus M$ как H-модулей.

Расширение B является конформной алгеброй относительно операции $*$, заданной равенством

$$(a_1 + u_1) * (a_2 + u_2) = a_1 * a_2 + a_1 * u_2 + u_1 * a_2 + \varphi(a_1, a_2),$$

где $a_1 + u_1$, $a_2 + u_2 \in B$. Построенное расширение обозначается через $(C; M, \varphi)$.

Лемма 1. *Если $\varphi \in Z^2(C, M)$, то $B = (C; M, \varphi)$ — ассоциативная конформная алгебра.*

Теорема 2. *Конформная алгебра C отщепляема в сингулярном расширении (B, σ) тогда и только тогда, когда коцикл φ_ρ тривиален в $H^2(C, \ker \sigma)$.*

Следствие 1. *Если $H^2(C, M) = 0$ для любого C-бимодуля M, то конформная алгебра C отщепляема в любом расширении с нильпотентным ядром.*

Глава 5. В этой главе мы применяем полученные выше результаты для вычисления второй группы когомологий ассоциативных конформных алгебр Cend_n и Cur_n.

Напомним определение идемпотента и (конформной) единицы конформной алгебры [**16**]. Элемент $e \in C$ называется *идемпотентом* конформной алгебры C, если выполнены условия:

$$e \circ_0 e = e, \quad e \circ_n e = 0 \text{ для всех } n \geqslant 1.$$

Идемпотент $e \in C$ называется *(конформной) единицей*, если $e \circ_0 a = a$ для всех $a \in C$.

Заметим, что конформные алгебры Cend_n и Cur_n содержат каноническую (конформную) единицу $e = \sum_{i=1}^n e_{ii}$, причем

$$e_{ii} \circ_m e_{jj} = \{e_{ii} \circ_m e_{jj}\} = \delta_{m,0}\delta_{ij}e_{ii}.$$

В § 5.1 доказывается ряд вспомогательных утверждений для ассоциативных конформных алгебр, содержащих элементы специального вида.

Лемма 2. *Пусть C — конформная алгебра, являющаяся проективным H-модулем, M — произвольный C-бимодуль, $\varphi \in Z^2(C, M)$. Если $e' \in C$ — (конформная) единица, то расширение $B = (C; M, \varphi)$ алгебры C содержит (конформный) идемпотент e такой, что $\sigma(e) = e'$.*

Лемма 3. *Пусть C — конформная алгебра, являющаяся проективным H-модулем, M — произвольный C-бимодуль, $\varphi \in Z^2(C, M)$. Пусть расширение $B = (C; M, \varphi)$ алгебры C содержит (конформную) единицу e и существует $x' \in C$ такой, что $x' \circ_0 e' = x'$, $e' \circ_1 x' = e'$, где $e' = \sigma(e)$. Тогда B содержит элемент x такой, что $\sigma(x) = x'$, $x \circ_0 e = x$, $e \circ_1 x = e$.*

Лемма 4. *Пусть C — ассоциативная конформная алгебра с единицей e', M — произвольный C-бимодуль, $\varphi \in Z^2(C, M)$ и пусть $e'_1, \ldots, e'_n$ — семейство попарно ортогональных идемпотентов (т.е. $e'_i \circ_m e'_j = \delta_{m,0}\delta_{ij} e'_j$) таких, что $\{e'_i \circ_0 e'\} = e'_i$. Тогда существуют попарно ортогональные идемпотенты $e_1, \ldots, e_n$ в расширении $B = (C; M, \varphi)$ такие, что $\sigma(e_i) = e'_i$.*

Лемма 5. *Пусть $C = \mathrm{Cur}_n$ $(n > 1)$, M — произвольный C-бимодуль, $\varphi \in Z^2(C, M)$ и пусть e'_{ij}, $i, j = 1, \ldots, n$, — система (конформных) матричных единиц C (т.е. $e'_{ij} \circ_m e'_{kl} = \delta_{m,0}\delta_{jk} e'_{il}$). Тогда существуют попарно ортогональные идемпотенты e_{ij}, $i, j = 1, \ldots, n$, в расширении $B = (C; M, \varphi)$ такие, что $\sigma(e_{ij}) = e'_{ij}$.*

В §5.2 доказываются основные теоремы для конформных алгебр Cend_n и Cur_n. Показано, что вторая группа когомологий этих алгебр тривиальна. В качестве следствия доказана отщепляемость конформных алгебр Cend_n, Cur_n в любом расширении с нильпотентным ядром.

Теорема 3. *Пусть $C = \mathrm{Cur}_n$ $(n \geqslant 1)$, M — произвольный C-бимодуль. Тогда вторая группа когомологий $H^2(C, M)$ тривиальна.*

Теорема 4. *Пусть $C = \mathrm{Cend}_n$ $(n \geqslant 1)$, M — произвольный C-бимодуль. Тогда вторая группа когомологий $H^2(C, M)$ тривиальна.*

Следствие 2. *Конформная алгебра Cur_n отщепляема в любом расширении с нильпотентным ядром.*

Следствие 3. *Конформная алгебра Cend_n отщепляема в любом расширении с нильпотентным ядром.*

Как следствие получен аналог теоремы Веддерберна для ассоциативных конформных алгебр.

Следствие 4. *Пусть C — ассоциативная конформная алгебра, содержащая нильпотентный идеал M такой, что $C/M \cong C_1 \oplus \ldots \oplus C_m$, где $C_i = \mathrm{Cend}_{n_i}$ или $C_i = \mathrm{Cur}_{n_i}$, $n_i \geqslant 1$, $i = 1, \ldots, m$. Тогда $C \cong \overline{C} \oplus M$, где $\overline{C}$ — подалгебра в C, изоморфная C/M.*

Если конформная алгебра не содержит (конформной) единицы, то существуют нетривиальные 2-коциклы, т. е. существуют такие расширения конформной алгебры C, в которых она неотщепляема.

Замечание 3. Пусть $C = t^2 \operatorname{Cend}_1 \cong \operatorname{Cend}_1(t-D)^2$ — подалгебра конформной алгебры $\operatorname{Cend}_1 \subseteq \operatorname{Cend}_n$ (здесь изоморфизм задан правилом $\theta : t^2 f(t) \to f(t)(t-D)^2$). Тогда существует расширение алгебры C, в котором C неотщепляема.

В заключение показано приложение полученных результатов к структурной теории конформных алгебр. А именно, если $\Bbbk$ — алгебраически замкнутое поле, то из следствия 4 вытекает основной результат работы **[11]**.

Я благодарна своему научному руководителю Л. А. Бокутю за постоянное внимание к моей работе, активное обсуждение возможных направлений исследования и полученных результатов. Также я выражаю свою благодарность П. С. Колесникову за постановку задачи, ее плодотворное обсуждение. Я признательна всем сотрудникам лаборатории теории колец, кафедры алгебры Новосибирского государственного университета, Сибирскому фонду алгебры и логики за проявленное внимание к этой работе, оказанную моральную и материальную помощь.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований, проект 05-01-00230, и Сибирского отделения РАН, интеграционный грант 1.9.

Литература

[1] Bakalov B., D'Andrea A., Kac V. G.Theory of finite pseudoalgebras // Adv. Math. 2001. V. 162, N. 1. P. 1–140.

[2] Bakalov B., Kac V. G., Voronov A. Cohomology of conformal algebras // Comm. Math. Phys. 1999. V. 200. P. 561–589.

[3] Beilinson A., Drinfeld V. Chiral algebras. Providence, RI: AMS, 2004. (Amer. Math. Soc. Colloquium Publications, vol. 51).

[4] Bokut L. A., Fong Y., Ke W.-F. Composition-Diamond lemma for associative conformal algebras // J. Algebra. 2004. V. 272, N. 2. P. 739–774.

[5] Bokut L. A., Fong Y., Ke w.-F., Kolesnikov P. S., Gröbner and Gröbner-Shirshov bases in algebra and conformal algebras (Russian) // Fundam. Prikl. Mat. 2000. V. 6, N. 3. P. 669-706.

[6] D'Andrea A., Kac V. G. Structure theory of finite conformal algebras // Selecta Math. New Ser. 1998. V. 4. P. 377–418.

[7] Hochschild G. On the cohomology groups of an assotiative algebra // Ann. of Math. 1945. V. 46, N. 1. P. 58–67.

[8] Kac V. G. Formal distribution algebras and conformal algebras // Proc. / XIIth International Congress in Mathematical Physics. Brisbane, 1997 / Cambridge, MA: Internat. Press, 1999. P. 80–97.

[9] Kac V. G. Vertex algebras for beginners. Second edition. Providence, RI: AMS, 1998. (University Lecture Series, vol. 10).

[10] Kolesnikov P. S. Associative conformal algebras with finite faithfull representation // Adv. Math. 2006. V. 202, N. 2. P. 602–637.

[11] Kolesnikov P. S. On the Wedderburn principal theorem for conformal algebras // J. Algebra Appl. 2007. V. 6, N. 1. P. 119–134.

[12] Lambek J. Deductive systems and categories. II // Standard constructions and closed categories. Berlin: Springer-Verl., 1969. P. 76–122. (Lecture Notes Math., vol. 86).

[13] Retakh A. Associative conformal algebras of linear grow // J. lgebra. 2001. V. 237, N. 2. P. 769–788.

[14] Roitman M. On free conformal and vertex algebras // J. Algebra. 1999. V. 217, N. 2. P. 496–527.

[15] Sweedler M. E., Hopf algebras. New York: W.A. Benjamin, Inc. 1969.

[16] Zel'manov E. I. Idempotents in conformal algebras // Proc. / Third Internat. Alg. Conf. in Taiwan. June 16–July 1, 2002. / Ed. by Y. Fong et al. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2003. P. 257–266.

[17] Zelmanov E. I. On the structure of conformal algebras // International Conference on Combinatorial and Computational Algebra, May 24–29, 1999, Hong Kong, China. Providence, RI: American Mathematical Society (AMS). Cont. Math. 2000. V. 264. P. 139–153.

Работы автора по теме диссертации

[18] Долгунцева И. А. Когомологии Хохшильда для ассоциативных конформных алгебр // Алгебра и логика. 2007. Т. 46, № 6. С. 688–706.

[19] Долгунцева И. А. Тривиальность второй группы когомологий конформных алгебр Cend_n и Cur_n // Алгебра и анализ. 2008. (Принято к печати).

[20] Долгунцева И. А. Тривиальность второй группы когомологий конформных алгебр Cend_n и Cur_n. Новосибирск, 2008. 13 с. (Препринт / РАН. Институт математики; №213).

[21] Долгунцева И. А. О тривиальности второй группы когомологий конформной алгебры Вейля // Материалы XLV Международной студенческой конференции «Студент и начно-технический прогресс»: Математика. Новосибирск, 2007. С. 8–9.

[22] Долгунцева И. А. О тривиальности второй группы когомологий конформной алгебры Вейля // Международная конференция "Алгебра и ее приложения". Красноярск, 12–18 августа 2007 года. Красноярск, 2007. С. 49–50.

[23] Долгунцева И. А. О тривиальности второй группы когомологий конформной алгебры Вейля // Международная алгебраическая конференция, посвященная 100-летию со дня рождения Д.К. Фаддеева. Санкт-Петербург, 24–29 сентября 2007 года. Санкт-Петербург, 2007. С. 26–27.

Долгунцева Ирина Александровна

КОГОМОЛОГИИ ХОХШИЛЬДА
АССОЦИАТИВНЫХ КОНФОРМНЫХ АЛГЕБР

Автореферат диссертации на соискание ученой степени
кандидата физико-математических наук

Подписано в печать 26.09.2008 г. Формат $60 \times 84\,{}^{1}/_{16}$. Печать офсетная.
Усл. печ. л. 0,87. Тираж 100 экз. Заказ № 366.

Редакционно-издательский центр НГУ
630090, Новосибирск-90, ул. Пирогова, 2