На правах рукописи

Вишнякова Елизавета Геннадьевна

ВЕКТОРНЫЕ ПОЛЯ НА СУПЕРМНОГООБРАЗИЯХ ФЛАГОВ

Специальность 01.01.06 – математическая логика, алгебра и теория чисел

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
кандидата физико-математических наук

Тверь – 2008

Работа выполнена на кафедре функционального анализа и геометрии Тверского государственного университета

Научный руководитель	доктор физико-математических наук, профессор Онищик Аркадий Львович
Официальные оппоненты	доктор физико-математических наук, профессор Ахиезер Дмитрий Наумович
	кандидат физико-математических наук, доцент Серов Анатолий Александрович
Ведущая организация	Московский государственный университет, механико-математический факультет

Защита состоится 5 декабря 2008 года в 14 часов на заседании диссертационного совета Д 212.02.03 при Ярославском государственном университете им. П.Г. Демидова по адресу:
150008, г. Ярославль, ул. Союзная, 144.

С диссертацией можно ознакомиться в научной библиотеке Ярославского государственного университета им. П.Г. Демидова.

Автореферат разослан "___"________________ 2008г.

Ученый секретарь
диссертационного совета — Яблокова С.И.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. Известно, что все голоморфные векторные поля на многообразии флагов заданного типа в $\mathbb{C}^n$ являются фундаментальными для естественного действия на нем группы $\mathrm{GL}_n(\mathbb{C})$, так что алгебра Ли таких полей естественно изоморфна $\mathfrak{pgl}_n(\mathbb{C})$. Аналогичное утверждение, за немногочисленными исключениями, справедливо для многообразий флагов, изотропных относительно невырожденной симметрической или кососимметрической билинейной формы в $\mathbb{C}^n$. Этот результат был получен А.Л. Онищиком в 1959 г. (см. [1]).

В 80-х годах прошлого века Ю.И. Манин [2] построил четыре серии комплексных супермногообразий флагов, связанных со следующими четырьмя сериями классических линейных супералгебр Ли $\mathfrak{g}$:

(i) $\mathfrak{gl}_{m|n}(\mathbb{C})$ — супералгебра Ли всех линейных преобразований векторного суперпространства $\mathbb{C}^{m|n}$,

(ii) $\mathfrak{osp}_{m|n}(\mathbb{C})$ (при четном n) — подалгебра операторов из $\mathfrak{gl}_{m|n}(\mathbb{C})$, аннулирующих невырожденную четную симметрическую билинейную форму β в $\mathbb{C}^{m|n}$,

(iii) $\pi\mathfrak{sp}_n(\mathbb{C})$ (при $m = n$) — подалгебра операторов, аннулирующих невырожденную нечетную кососимметрическую билинейную форму β в $\mathbb{C}^{n|n}$,

(iv) $\mathfrak{q}_n(\mathbb{C})$ (при $m = n$) — подалгебра операторов, перестановочных с нечетным инволютивным линейным преобразованием Π в $\mathbb{C}^{n|n}$.

Настоящая работа посвящена вычислению супералгебр Ли голоморфных векторных полей на этих супермногообразиях. Оказывается, что при некоторых ограничениях на тип флагов все эти поля являются фундаментальными для естественного действия соответствующей супергруппы Ли.

Изучение супералгебр Ли голоморфных векторных полей на супермногообразиях флагов длины 1, т.е. на супермногообразиях Грассмана, было начато в 90-х годах прошлого века в работах А.Л. Онищика и А.А. Серова. Точнее, в работе [3] задача вычисления этой супералгебры Ли была решена для суперграссманианов, связанных с супералгеброй Ли $\mathfrak{gl}_{m|n}(\mathbb{C})$. Далее, в [4, 5] была исследована супералгебра Ли голоморфных векторный полей на изотропных суперграссманианах максимального типа, связанных с супералгебрами Ли $\mathfrak{osp}_{m|2n}(\mathbb{C})$ и $\pi\mathfrak{sp}_n(\mathbb{C})$. Супералгебра Ли голоморфных векторный полей на супермногообразиях Грассмана, связанных с супералгеброй Ли $\mathfrak{q}_n(\mathbb{C})$, была вычислена А.Л. Онищиком в [6]. Некоторые исключительные случаи были исследованы также В.А. Бунегиной [7], А.Л. Онищиком [8] и А.А. Серовым [9]. Задача вычисления супералгебры Ли голоморфных векторный полей на супермногообразиях флагов произвольной длины нигде систематически не рассматривалась и представляется весьма актуальной.

Цель работы:

- Изучение связи супералгебры Ли векторных полей на тотальном пространстве суперрасслоения с супералгебрами Ли векторных полей на его базе и слое, в частности, в случае, когда суперрасслоение однородно.

- Применение полученных результатов для вычисления супералгебры Ли голоморфных векторных полей на супермногообразиях флагов, связанных с различными классическими линейными супералгебрами Ли, с использованием указанных выше результатов о голоморфных векторных полях на супермногообразиях Грассмана.

- Построение общей теории однородных комплексных супермногообразий.

Методы исследования. В работе использованы методы теории алгебр и супералгебр Ли, супергрупп Ли, теории представлений, аппарат гомологической алгебры. Основную роль играет конструкция голоморфного суперрасслоения супермногообразия флагов длины $r > 1$, базой которого является супермногообразие Грассмана, а слоем — супермногообразие флагов длины $r - 1$. В работе М.А. Башкина [10] было найдено достаточное условие проектируемости голоморфных векторных полей тотального пространства суперрасслоения на базу. Это условие заключается в отсутствии непостоянных голоморфных суперфункций на слое суперрасслоения, что выполняется для супермногообразий флагов при незначительных ограничениях на тип флагов. Легко показать, что возникающий при этом гомоморфизм проектирования $\mathcal{P}$ почти всегда сюръективен. Благодаря этому, задача вычисления супералгебры Ли векторных полей на супермногообразии флагов сводится к нахождению ядра гомоморфизма $\mathcal{P}$, которое интерпретируется как пространство голоморфных сечений некоторого однородного векторного суперраслоения над суперграссманианом.

Научная новизна. Основные результаты диссертации заключаются в следующем:

1. Разработан общий метод вычисления супералгебры Ли голоморфных векторных полей на тотальном пространстве однородного суперрасслоения по известным супералгебрам Ли голоморфных векторных полей на его базе и слое.

2. На случай комплексных однородных супермногообразий перенесена классическая теорема о представлении однородного пространства группы Ли в виде факторпространства этой группы по стабилизатору точки.

3. Вычислены супералгебры Ли голоморфных векторных полей на комплексных супермногообразиях флагов длины $r > 1$ в следующих случаях:

   а) $\mathfrak{g} = \mathfrak{gl}_{m|n}(\mathbb{C})$ — при некоторых ограничениях на тип флагов,

   б) $\mathfrak{g} = \mathfrak{osp}_{m|n}(\mathbb{C})$, $\pi\mathfrak{sp}_n(\mathbb{C})$ — при условии, что максимальное полотнище флага есть вполне изотропное относительно β подпространство наибольшей возможной размерности (супермногообразия изотропных флагов максимального типа),

   в) $\mathfrak{g} = \mathfrak{q}_n(\mathbb{C})$ — без ограничений на тип флагов.

Все эти результаты являются новыми.

Теоретическое и практическое значение. Работа носит теоретический характер. Результаты диссертации и разработанные в ней методы могут быть использованы для вычисления супералгебр Ли голоморфных векторных полей на других комплексных однородных супермногоообразиях, а также для вычисления их высших групп когомологий со значениями в касательном пучке. Они могут представлять интерес для специалистов, работающих в Московском государственном университете им. М.В. Ломоносова, Ярославском государственном университете им. П.Г. Демидова, Математическом институте РАН им. В.А. Стеклова, Тверском государственном университете.

Апробация работы. Результаты работы докладывались на семинаре по группам Ли и теории инвариантов Э.Б. Винберга и А.Л. Онищика при кафедре алгебры МГУ им. М.В. Ломоносова в рамках XIII международной научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых "Ломоносов"(Москва, 2006 г.), на научном семинаре факультета математики Рурского университета (Германия, г. Бохум, 2007 г.), на семинаре А.Г. Сергеева Математического института им. В.А. Стеклова РАН (Москва, 2008 г.), на летней школе-конференции по проблемам алгебраической геометрии для молодых математиков европейской части России (Ярославль, 2008 г.), на летней школе-конференции "Diffiety School, XI" (Италия, г. Санто Стефано дел Соле. 2008).

Публикация результатов работы. По теме диссертации опубликовано 5 работ, среди них 1 — в изданиях, рекомендованных ВАК Минобрнауки России. Список работ приведен в конце автореферата.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, четырех глав, разбитых на параграфы, и списка литературы из 19 наименований. Полный объем диссертации — 80 страниц. Используется сплошная нумерация теорем и лемм.

Краткое содержание работы

Во введении обосновывается актуальность выбранной темы, формулируются цели и задачи исследования, описываются новые результаты, полученные в диссертации, и приводится краткое содержание ее отдельных глав.

Первая глава носит вводный характер. В ней излагаются основные понятия теории комплексных супермногообразий и супергрупп Ли. Даются определения действия супергруппы Ли на супермногообразии, инвариантного подсупермногообразия, транзитивного действия. В качестве примеров обсуждаются упомянутые выше классические линейные супералгебры Ли $\mathfrak{g}$ и определяются соответствующие линейные супергруппы Ли.

Вторая глава начинается с общей теории комплексных однородных супермногообразий. Пусть $(G, \mathcal{O}_G)$ — комплексная супергруппа Ли, а $(H, \mathcal{O}_H)$ – ее замкнутая подсупергруппа Ли. Тогда на многообразии G/H определяется структура комплексного супермногообразия $(G/H, \mathcal{O}_{G/H})$, такая что естественное действие группы Ли G на G/H продолжается до транзитивного действия супергруппы Ли $(G, \mathcal{O}_G)$ на $(G/H, \mathcal{O}_{G/H})$. Доказывается, что если $(M, \mathcal{O}_M)$ — любое $(G, \mathcal{O}_G)$-однородное супермногообразие, и $(G_x, \mathcal{O}_{G_x})$ — стационарная подсупергруппа Ли точки $x \in M$, то существует $(G, \mathcal{O}_G)$-эквивариантный изоморфизм $(G/G_x, \mathcal{O}_{G/G_x}) \to (M, \mathcal{O}_M)$. В случае вещественных гладких супермногообразий доказательство этих утверждений было дано в работе Б. Костанта [11].

Далее во второй главе изучаются голоморфные векторные поля на суперрасслоениях. Обозначим через $\mathfrak{v}(M, \mathcal{O}_M)$ супералгебру Ли голоморфных векторных полей на супермногообразии $(M, \mathcal{O}_M)$. Пусть $p : (M, \mathcal{O}_M) \to (B, \mathcal{O}_B)$ — проекция суперрасслоения с компактным слоем $(F, \mathcal{O}_F)$, удовлетворяющим условию $\mathcal{O}_F(F) = \mathbb{C}$ (условие М.А. Башкина проектируемости векторных полей на базу), и пусть $\mathcal{W}$ — прямой образ при морфизме p пучка вертикальных (т.е. проектируемых в 0) векторных полей на $(M, \mathcal{O}_M)$. Пучок $\mathcal{W}$ — это локально свободный пучок $\mathcal{O}_B$-модулей, причем $\mathcal{W}(B)$ — идеал всех вертикальных векторных полей в $\mathfrak{v}(M, \mathcal{O}_M)$. По этому пучку строится локально свободный градуированный пучок $\widetilde{\mathcal{W}} = \bigoplus_{p\geq 0} \widetilde{\mathcal{W}}_p$ модулей над структурным пучком многообразия B, который отождествляется с пучком голоморфных сечений некоторого градуированного голоморфного векторного расслоения $\mathbf{W} = \bigoplus_{p\geq 0} \mathbf{W}_p$ над B. При этом слой расслоения $\mathbf{W}_0$ естественно изоморфен супералгебре

Ли $\mathfrak{v}(F, \mathcal{O}_F)$.

Если суперрасслоение $(M, \mathcal{O}_M) \to (B, \mathcal{O}_B)$ является $(G, \mathcal{O}_G)$-однородным, где $(G, \mathcal{O}_G)$ — некоторая комплексная супергруппа Ли, то в пучках $\widetilde{\mathcal{W}}_p$ определяется действие группы Ли G, а в пучке $\mathcal{W}$ действие супералгебры Ли $\mathfrak{g}$ супергруппы Ли $(G, \mathcal{O}_G)$. При этом $\mathbf{W}_p,\ p \geq 0$, становятся G-однородными векторными расслоениями. Пусть $x \in B$ — произвольная точка, $(H, \mathcal{O}_H)$ — стационарная подсупергруппа Ли точки x, а $\mathfrak{h}$ — ее супералгебра Ли, тогда слой $(F, \mathcal{O}_F)$ над точкой x оказывается $(H, \mathcal{O}_H)$-инвариантным подсупермногообразием. Кроме того, действие супералгебры Ли $\mathfrak{h}$ в $\mathcal{W}$ индуцирует линейное представление этой супералгебры Ли в суперпространстве $(\mathbf{W}_0)_x$. Это представление отождествляется (при упомянутом выше изоморфизме) с естественным представлением супералгебры Ли $\mathfrak{h}$ в суперпространстве $\mathfrak{v}(F, \mathcal{O}_F)$.

В третьей главе дается определение комплексных супермногообразий флагов на языке локальных координат. В частном случае супермногообразий Грассмана такое явное описание структуры супермногообразия было дано в книге Ю.И. Манина [2]. Вводятся следующие обозначения для супермногообразий флагов. Пусть заданы два натуральных числа m, n и два набора неотрицательных целых чисел $k = (k_1, \ldots, k_r)$ и $l = (l_1, \ldots, l_r)$, такие, что $0 \leq k_r \leq \ldots \leq k_1 \leq m,\ 0 \leq l_r \ldots \leq l_1 \leq n$ и $0 < k_r + l_r < \ldots < k_1 + l_1 < m + n$. Через $\mathbf{F}_{k|l}(\mathfrak{g})$ обозначается супермногообразие флагов типа $k|l$ в суперпространстве $V = \mathbb{C}^{m|n}$, связанное с классической линейной супералгеброй Ли $\mathfrak{g}$. В случае $\mathfrak{g} = \mathfrak{gl}_{m|n}(\mathbb{C})$ точки этого супермногообразия — это всевозможные флаги с полотнищами размерностей $k_1|l_1, \ldots, k_r|l_r$ в V, в случае $\mathfrak{g} = \mathfrak{q}_n(\mathbb{C})$ считается, что $k = l$, и точками являются флаги такого вида, инвариантные относительно Π, а в случаях $\mathfrak{g} = \mathfrak{osp}_{m|n}(\mathbb{C})$ (при четном n) и $\pi\mathfrak{sp}_n(\mathbb{C})$ полотнища флагов должны быть вполне изотропными относительно формы β. Супермногообразие $\mathbf{F}_{k|l}(\mathfrak{gl}_{m|n}(\mathbb{C}))$ для краткости обозначается через $\mathbf{F}_{k|l}^{m|n}$.

На супермногообразии $\mathbf{F}_{k|l}(\mathfrak{g})$ определяется транзитивное действие μ_G соответствующей линейной супергруппы Ли $(G, \mathcal{O}_G)$ и через $\widetilde{\mu}_G$ обозначается соответствующий гомоморфизм супералгебр Ли $\mathfrak{g} \to \mathfrak{v}(\mathbf{F}_{k|l}(\mathfrak{g}))$. Строится естественное $(G, \mathcal{O}_G)$-однородное суперрасслоение супермногообразия $\mathbf{F}_{k|l}(\mathfrak{g})$ флагов длины $r > 1$, базой которого служит суперграссманиан $\mathbf{F}_{k_1|l_1}(\mathfrak{g})$, а слоем — некоторое супермногообразие флагов типа $k'|l'$, где $k' = (k_2, \ldots, k_r),\ \ l' = (l_2, \ldots, l_r)$. В этой же главе выясняется, в каких случаях выполнено сформулированное выше условие на слой этого суперрасслоения, достаточное для проектируемости голоморфных векторных полей. Заметим, что слоями вышеуказанных суперрасслоений могут являться лишь супермногообразия флагов $(F, \mathcal{O}_F)$, связанные с супералгебрами Ли $\mathfrak{gl}_{m|n}(\mathbb{C})$ и $\mathfrak{q}_n(\mathbb{C})$. Доказывается, что $\mathcal{O}_F(F) \simeq \mathbb{C}$ в случаях, когда $(F, \mathcal{O}_F) = \mathbf{F}^{k_1|l_1}_{k'|l'}$, где $(k_i, l_i) \neq (k_{i-1}, 0)$, $(0, l_{i-1})$, $i \geq 2$, и когда $(F, \mathcal{O}_F) = \mathbf{F}_{k|k}(\mathfrak{q}_n(\mathbb{C}))$ (без ограничений на тип флагов).

Четвертая глава посвящена применению результатов второй и третьей глав для вычисления супералгебр Ли векторных полей на супермногообразиях флагов различных типов; она содержит формулировки и доказательства основных результатов работы. Рассматривается суперрасслоение супермногообразия флагов $\mathbf{F}_{k|l}(\mathfrak{g})$ длины $r > 1$ над суперграссманианом, построенное в гл. 3. Формулируются известные результаты о супералгебрах Ли векторных полей на суперграссманианах, из которых видно, что в большинстве случаев гомоморфизм $\widetilde{\mu}_G$, отвечающий естественному действию супергруппы Ли $(G, \mathcal{O}_G)$ на базе $(B, \mathcal{O}_B)$ суперрасслоения, сюръективен (т.е. все голоморфные векторные поля на базе являются фундаментальными относительно этого действия). Сначала рассматривается случай, когда база суперрасслоения обладает этим свойством (так называемый *основной случай*).

В основном случае формулируются условия, позволяющие при помощи индукции по r доказать, что гомоморфизм $\widetilde{\mu}_G$ сюръективен для любого r. Для выполнения индуктивного перехода достаточно проверить, что гомоморфизм проектирования $\mathcal{P}$, связанный с описанным выше суперрасслоением, инъективен. Для этого используется однородное векторное расслоение $\mathbf{W}_0$ над B, построенное в гл. 2. Чтобы применить к нему теорему Ботта, вычисляется линейное представление стационарной подгруппы H точки базы в пространстве векторных полей $\mathfrak{v}(F, \mathcal{O}_F)$ на слое расслоения. Существенно используется также линейное представление соответствующей супералгебры Ли $\mathfrak{h}$ в этом суперпространстве, которое также вычисляется в гл. 4.

Этот метод применяется также к исследованию некоторых особых случаев. Отметим, в частности, случай супермногообразий флагов, связанных с супералгеброй Ли $\mathfrak{osp}_{2k_1-1|2l_1}(\mathbb{C})$. При его исследовании строится вложение супергруппы Ли $\mathrm{OSp}_{2k_1-1|2l_1}$ в $\mathrm{OSp}_{2k_1|2l_1}$, которое индуцирует изоморфизм суперграссманиана $\mathbf{F}_{k_1-1|l_1}(\mathfrak{osp}_{2k_1-1|2l_1}(\mathbb{C}))$ на связную компоненту суперграссманиана $\mathbf{F}_{k_1|l_1}(\mathfrak{osp}_{2k_1|2l_1}(\mathbb{C}))$. Доказательство основано на общей теории однородных супермногообразий, развитой в гл. 2. Тот факт, что эти суперграссманианы изоморфны, был указан без доказательства в [4].

Следующая теорема содержит основные результаты главы 4. Пусть $k_0 = m$, $l_0 = n$.

Теорема. *Пусть* $r > 1$.

1. *Пусть выполнены следующие условия на тип* $k|l$*:* $(k_i, l_i) \neq (k_{i-1}, 0)$,

$(0, l_{i-1})$, $i \geq 2$; $k|l \neq (0, \ldots, 0|n, l_2, \ldots, l_r)$; $(k_{i-1}, k_i|l_{i-1}, l_i) \neq (1, 0|l_{i-1}, l_{i-1} - 1)$, $(1, 1|l_{i-1}, 1)$, $i \geq 1$. *Тогда*

$$\mathfrak{v}(\mathbf{F}^{m|n}_{k|l}) \simeq \mathfrak{pgl}_{m|n}(\mathbb{C}).$$

Если $k|l = (0, \ldots, 0|n, l_2, \ldots, l_r)$, *то*

$$\mathfrak{v}(\mathbf{F}^{m|n}_{k|l}) \simeq W_{mn} \oplus \bigwedge(\xi_1, \ldots, \xi_{mn}) \otimes \mathfrak{pgl}_n(\mathbb{C}),$$

где $W_{mn} = \mathrm{Der} \bigwedge(\xi_1, \ldots, \xi_{mn})$.

2. *Пусть* $m = 2k_1$, $n = 2l_1$; $(k_i, l_i) \neq (k_{i-1}, 0)$, $(0, l_{i-1})$, $i \geq 2$, $k_1 \geq 1$, $l_1 \geq 1$ *и* $\mathfrak{v}(\mathbf{F}^{k_1|l_1}_{k'|l'}) \simeq \mathfrak{pgl}_{k_1|l_1}(\mathbb{C})$. *Тогда*

$$\mathfrak{v}(\mathbf{F}_{k|l}(\mathfrak{osp}_{m|n}(\mathbb{C}))) \simeq \mathfrak{osp}_{m|n}(\mathbb{C}).$$

   Пусть $m = 2k_1 + 1$, $n = 2l_1$; $(k_i, l_i) \neq (k_{i-1}, 0)$, $(0, l_{i-1})$, $i \geq 2$; $k_1 \geq 1$, $l_1 \geq 1$; $k \neq (k_1, \ldots, k_1, 0 \ldots, 0)$ *и* $\mathfrak{v}(\mathbf{F}^{k_1|l_1}_{k'|l'}) \simeq \mathfrak{pgl}_{k_1|l_1}(\mathbb{C})$. *Тогда*

$$\mathfrak{v}(\mathbf{F}_{k|l}(\mathfrak{osp}_{m|n}(\mathbb{C}))) \simeq \mathfrak{osp}_{m|n}(\mathbb{C}).$$

3. *Пусть* $n = k_1 + l_1$; $(k_i, l_i) \neq (k_{i-1}, 0)$, $(0, l_{i-1})$, $i \geq 2$;, $k_1 \geq 3$, $l_1 \geq 2$ *и* $\mathfrak{v}(\mathbf{F}^{k_1|l_1}_{k'|l'}) \simeq \mathfrak{pgl}_{k_1|l_1}(\mathbb{C})$. *Тогда*

$$\mathfrak{v}(\mathbf{F}_{k|l}(\pi\mathfrak{sp}_n(\mathbb{C}))) \simeq \pi\mathfrak{sp}_n(\mathbb{C}).$$

4. *Для любых* k

$$\mathfrak{v}(\mathbf{F}_{k|k}(\mathfrak{q}_n(\mathbb{C}))) \simeq \mathfrak{q}_n(\mathbb{C})/\mathfrak{z}(\mathfrak{q}_n(\mathbb{C})).$$

Поскольку супермногообразия флагов $\mathbf{F}^{m|n}_{k|l}$ и $\mathbf{F}^{n|m}_{l|k}$ изоморфны, условия, накладываемые на эти супермногообразия, сформулированы с точностью до замены четверки $(m|n, k|l)$ на $(n|m, l|k)$.

Автор выражает глубокую благодарность своему научному руководителю А.Л. Онищику за постановку задачи и помощь при работе над диссертацией.

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

[1] Онищик А.Л. Топология транзитивных групп преобразований. М: Физматлит, 1995.

[2] Манин Ю.И. Калибровочные поля и комплексная геометрия. М.: Наука, 1984.

[3] Onishchik A.L., Serov A.A. Holomorphic vector fields on super-Grassmannians. //Lie Groups, Their Discrete Subgroups, and Invariant Theory. Adv. in Soviet Mathematics. V. 5. Providence: AMS, 1992. P. 113-129.

[4] Onishchik A.L., Serov A.A. Vector fields and deformations of isotropic super-Grassmannians of maximal type. //Lie Groups and Lie Algebras: E.B. Dynkin's Seminar. Amer. Math. Soc. Transl. Ser. 2. V. 169. Providence: AMS, 1995. P. 75-90.

[5] Onishchik A.L., Serov A.A. On isotropic super-Grassmannians of maximal type associated with an odd bilinear form. E. Schrödinger Inst. for Math. Physics, preprint No. 340. Vienna, 1996.

[6] Onishchik A.L. Non-split supermanifolds associated with the cotangent bundle. Université de Poitiers, Départ. Math., prépubl. No. 109. Poitiers, 1997.

[7] Бунегина В.А. Вычисление супералгебры Ли векторных полей на суперграссманиане $\mathbf{Gr}_{2|2,1|1}$. //Вопр. теории групп и гомолог. алгебры. Ярославль: ЯрГУ, 1989. С. 157-160.

[8] Онищик А.Л. Действия супералгебр Ли картановского типа на некоторых супермногообразиях. //Вопр. теории групп и гомолог. алгебры. Ярославль: ЯрГУ, 1989. С. 42-49.

[9] Серов А.А. Супералгебры Ли векторных полей на комплексных флаговых супермногообразиях. Яросл. ун-т. Ярославль, 1986. Деп. в ВИНИТИ в 1987 г., N 610В.

[10] Башкин М.А. Векторные поля на прямом произведении комплексных супермногообразий. //Совр. проблемы математики и информатики. Вып. 3. Ярославль: ЯрГУ, 2000. С. 11-16.

[11] Kostant B. Graded Manifolds, Graded Lie Theory, and Prequantization. Lecture Notes in Math. 570. Berlin e.a.: Springer-Verlag, 1977. P. 177-306.

ПУБЛИКАЦИИ АВТОРА ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Публикации в изданиях, рекомендованных ВАК РФ

[12] Вишнякова Е.Г. Супералгебры Ли векторных полей на супермногообразиях флагов. //Успехи матем. наук. 2008. Т. 63, вып. 2. С. 60-61.

Другие публикации

[13] Вишнякова Е.Г. Векторные поля на супермногообразиях П-симметричных флагов. //Вестник ТвГУ. Серия "Прикладная математика". 2007, вып. 7. С. 117-127.

[14] Вишнякова Е.Г. Векторные поля на некоторых однородных комплексных супермногообразиях. //Применение функционального анализа в теории приближений. Сб. научных трудов. Тверь: ТвГУ, 2004. С. 85-92.

[15] Вишнякова Е.Г. Векторные поля на супермногообразиях флагов. //Совр. проблемы математики и информатики. Вып. 8. Ярославль: ЯрГУ, 2006. С. 11-23.

[16] Вишнякова Е.Г. Векторные поля на супермногообразиях П-симметричных флагов. //Сб. тезисов 13-й международной научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых "Ломоносов". Т. 4. М: МГУ, 2006. С. 63.