

На правах рукописи

Гречкосеева Мария Александровна

**АРИФМЕТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА КОНЕЧНЫХ
ГРУПП ЛИЕВА ТИПА**

01.01.06 — математическая логика,
алгебра и теория чисел

А в т о р е ф е р а т
диссертации на соискание ученой степени
кандидата физико-математических наук

Новосибирск-2007

Работа выполнена в Новосибирском государственном университете.

Научные руководители:

доктор физико-математических наук, доцент
Васильев Андрей Викторович

доктор физико-математических наук, профессор,
член-корреспондент РАН
Мазуров Виктор Данилович

Официальные оппоненты:

доктор физико-математических наук, профессор
Кондратьев Анатолий Семенович

кандидат физико-математических наук
Зюбин Сергей Александрович

Ведущая организация:

Красноярский государственный университет

Защита диссертации состоится 23 марта 2007 г. в 17 час.
на заседании диссертационного совета Д 003.015.02 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 им. С. Л. Соболева СО РАН.

Автореферат разослан 21 февраля 2007 г.

Ученый секретарь диссертационного совета
кандидат физико-математических наук

А. Н. Ряскин

Общая характеристика работы

Постановка задачи и актуальность темы диссертации.

В теории конечных групп большое значение играют так называемые арифметические свойства группы, т.е. свойства, представимые числовыми характеристиками. К ним относятся порядок группы и порядки ее элементов, порядки и индексы различных подгрупп, степени подстановочных и размерности матричных представлений и т.п. В терминах арифметических свойств можно получить содержательное описание группы, а в некоторых случаях и полностью (с точностью до изоморфизма) охарактеризовать ее в классе всех конечных групп. Особенно важным описание в терминах арифметических свойств становится в случае, когда мы имеем дело с неразрешимой группой, среди композиционных факторов которой имеется неабелева простая группа. Согласно классификационной теореме все неабелевы простые группы, помимо спорадических и знакопеременных, являются группами лиева типа. Диссертация посвящена изучению арифметических свойств конечных простых групп лиева типа. В ней рассматриваются две проблемы: вопрос о распознавании этих групп по спектру и задача описания их минимальных подстановочных представлений.

Спектром $\omega(G)$ конечной группы G называется множество порядков ее элементов. Группа G называется *распознаваемой по спектру*, если для любой конечной группы H из равенства $\omega(H) = \omega(G)$ следует изоморфизм $H \simeq G$. Другими словами, если обозначить через $h(G)$ число попарно неизоморфных групп с таким же спектром, что и G , то группа G распознаваема по спектру, если $h(G) = 1$. Для групп, которые не являются распознаваемыми, принята следующая терминология: группа G называется *почти распознаваемой по спектру*, если $1 < h(G) < \infty$, и *нераспознаваемой по спектру*, если $h(G) = \infty$. Говорят, что для группы G *проблема распознавания решена*, если известно точное значение $h(G)$.

Безусловно, вопрос о связи между спектром конечной группы и ее строением изучался специалистами давно. Выделим несколько результатов о конечных группах, спектр которых содержит только степени простых чисел (их называют *EPPO*-группами). В 1957 г. Хигман [16] показал, что порядок конечной разрешимой *EPPO*-группы имеет не более двух простых делителей, а в 1962 г. Сузуки [20] описал все конечные простые *EPPO*-группы. В середине 80-

х годов, рассматривая общую проблему строения конечных *EPPO*-групп, китайский математик Ши Вуджи обнаружил (см. [17, 18]), что знакопеременная группа Alt_5 и простая линейная группа $L_2(7)$ однозначно характеризуются своим спектром в классе конечных групп. Именно Ши принадлежит постановка вопроса о распознаваемости конечных групп по спектру в том виде, в котором он сформулирован в диссертационной работе.

После того, как в [19] Ши заметил, что группа, обладающая нетривиальной нормальной разрешимой подгруппой, обязательно нераспознаваема (строгое доказательство этого утверждения содержится в [13]), стало понятно, что содержательной проблема распознаваемости является только для групп, являющихся расширением прямого произведения M простых неабелевых групп с помощью некоторой подгруппы из $Out(M)$. Из всего класса групп с подобным строением первоочередной интерес вызывают группы, для которых произведение M состоит из одного множителя, т.е. простые и почти простые группы. Именно этим группам посвящено подавляющее число работ по распознаваемости.

Список простых и почти простых групп, для которых вопрос об их распознаваемости решен, можно найти в обзоре Мазурова [14]. Отметим, что с каждым годом растет количество работ, посвященных этой проблеме, расширяется и география стран, в которых работают специалисты, интересующиеся вопросом распознаваемости; но, тем не менее, завершение исследований по проблеме распознаваемости, даже если ограничиться рассмотрением только конечных простых групп, представляется достаточно отдаленным. С другой стороны, хотелось бы отметить, что именно в настоящее время в данной области открываются совершенно новые перспективы, позволяющие надеяться на возможность полного решения. Для того чтобы пояснить, каковы эти перспективы, остановимся более подробно на сложившейся схеме проверки свойства распознаваемости простой группы.

Пусть L — конечная неабелева простая группа. На первом этапе проверки для любой конечной группы G такой, что $\omega(G) = \omega(L)$, требуется показать, что G обладает единственным неабелевым композиционным фактором и что этот фактор изоморфен L . Если этот этап пройден успешно, то группа L называется *квазираспознаваемой по спектру*. На практике доказательство квазираспознаваемости выполняется в два шага. Пусть $\omega(G) = \omega(L)$. Сначала доказывается,

что фактор-группа группы G по ее разрешимому радикалу K , т.е. максимальной разрешимой нормальной подгруппе, является почти простой. Затем устанавливается, что неабелев простой фактор S группы G/K изоморфен L .

Для формулировок результатов, применяющихся при доказательстве квазираспознаваемости, удобно воспользоваться следующим понятием. *Графом Грюнберга–Кегеля* или *графом простых чисел* $GK(G)$ группы G называется граф на множестве простых делителей порядка группы G , в котором два различных числа p и q смежны тогда и только тогда, когда $pq \in \omega(G)$. Ясно, что граф простых чисел группы определяется ее спектром; в частности, группы с одинаковым спектром имеют одинаковые графы простых чисел.

Первая серия результатов относится к конечным группам, граф простых чисел которых несвязен. Структурное описание таких групп было получено Грюнбергом и Кегелем (см. [21]). Обозначим число компонент связности графа $GK(G)$ через $s(G)$. Грюнберг и Кегель установили, что конечная группа G с $s(G) > 1$ либо является разрешимой группой специального вида, либо имеет единственный неабелев композиционный фактор S , причем $s(S) \geq s(G)$. Таким образом, если L — простая неабелева группа с $s(L) > 1$ и $\omega(G) = \omega(L)$, то либо спектр группы L имеет специальный вид, либо фактор-группа группы G по ее разрешимому радикалу почти проста. Как следует из работы Алеевой [1], первый случай возможен только для $L \simeq L_3(3), U_3(3), S_4(3)$. Следовательно, в случае, когда L отлична от $L_3(3), U_3(3)$ и $S_4(3)$, группа G имеет единственный неабелев композиционный фактор S , причем $s(S) \geq s(L)$; в частности, группа S содержится в списке простых групп с несвязным графом простых чисел, который был найден Вильямсом [21] и Кондратьевым [11]. Используя эту информацию можно пытаться доказать, что $S \simeq L$.

К сожалению, несвязность графа простых чисел является среди конечных простых групп скорее исключением, чем правилом. Общего же подхода для доказательства квазираспознаваемости групп со связным графом до недавнего времени просто не существовало. Однако, как было недавно показано Васильевым [6], условие несвязности графа простых чисел может быть успешно заменено на более слабое условие. Назовем множество вершин графа *независимым*, если вершины этого множества попарно несмежны. Наибольшее число вершин в независимых множествах графа $GK(G)$ называется *неплотностью*

этого графа и обозначается через $t(G)$. Если порядок группы G четен, то наибольшее число вершин в независимых множествах графа $GK(G)$, содержащих 2, называется *2-неплотностью* графа $GK(G)$ и обозначается через $t(2, G)$.

Основной результат работы [6] дает структурное описание конечных групп G с $t(2, G) > 1$ и $t(G) > 2$. Доказано, что такая группа G имеет единственный неабелев композиционный фактор S , причем либо этот фактор указан явно, либо $t(2, S) \geq t(2, G)$. Неплотности и 2-неплотности графов простых чисел всех конечных неабелевых простых групп найдены Васильевым и Вдовиным [7]. Из этих результатов следует, что под условия теоремы Васильева попадают все неабелевы простые группы, кроме групп $L_3(3)$, $U_3(3)$, $S_4(3)$ и некоторых знакопеременных групп. Таким образом, эта теорема позволяет пройти первый шаг доказательства квазираспознаваемости для широчайшего класса простых групп, включающего в себя все простые группы лиева типа с нерешенной проблемой распознаваемости. Кроме того, она по сути сводит второй шаг доказательства к рассмотрению только простых групп S с $t(2, S) > 1$, а список таких групп содержится в [7]. Разумеется, одного этого сведения еще недостаточно для завершения доказательства квазираспознаваемости, и, поскольку методы, использующие теорему Грюнберга–Кегеля, не применимы для групп со связным графом простых чисел, требуются новые методы, опирающиеся на указанные теоретические результаты. Разработка таких методов — одна из основных задач диссертационной работы.

Минимальным подстановочным представлением конечной группы G называется ее точное подстановочное представление наименьшей степени. Минимальное подстановочное представление простой группы G всегда транзитивно, и поэтому подобно представлению на множестве Ω смежных классов по некоторой собственной подгруппе P наименьшего индекса. Подгруппа P называется *стабилизатором* представления. Число орбит действия группы P на Ω называется *рангом* представления, длины этих орбит — *подстепенями* представления, а стабилизаторы точек из этих орбит — *двойными стабилизаторами* представления.

Степени минимальных подстановочных представлений простых классических групп были найдены Куперстейном [15]. Более полное описание этих представлений, включавшее ранги, подстепени, строение стабилизаторов и двойных стабилизаторов, было получено Мазуровым

и Васильевым [8, 12]. Классические группы в последних двух работах рассматривались в своем естественном матричном представлении, и для каждой серии групп задача описания потребовала отдельного решения, зависящего от соответствующей квадратичной формы. После появления работ Васильева [2–4], посвященных минимальным подстановочным представлениям исключительных групп лиева типа, возникла идея унифицировать описания подстановочных представлений классических групп, рассмотрев классические группы не как группы матриц, а как группы лиева типа. Эта задача решается в диссертационной работе.

Основные результаты диссертации.

1. Доказано, что простая ортогональная группа $O_{10}^+(2)$ распознаваема по спектру. Обобщение основных идей доказательства распознаваемости данной группы стало важным элементом доказательства следующего, гораздо более общего, утверждения.

2. Доказано, что простые ортогональные группы $O_{2n+1}(2)$ и $O_{2n+2}^-(2)$ распознаваемы по спектру для любого $n = 2^m \geq 8$ (совместно с А.В. Васильевым). Эти группы стали первым примером распознаваемых групп лиева типа со сколь угодно большим лиевым рангом.

3. Доказано, что простые ортогональные группы $O_{2n}^-(2^k)$ и $O_{2n+1}(2^k)$ квазираспознаваемы для любого $n = 2^m \geq 8$ и любого натурального k (совместно с А.В. Васильевым).

4. Доказано, что простые линейные группы $L_n(2^k)$ распознаваемы для любого $n = 2^m \geq 32$ и любого натурального k (совместно с А.В. Васильевым). Тем самым получен первый пример бесконечной серии распознаваемых групп со связным графом простых чисел.

5. На основе представления классических групп как групп автоморфизмов простых алгебр Ли найден общий подход к описанию параметров минимальных подстановочных представлений для всех конечных простых классических групп за исключением некоторых групп малых ранга и порядка поля определения.

Новизна и научная значимость работы. Все основные результаты диссертации, посвященные проблеме распознаваемости (главы 2 и 3), являются новыми. В четвертой главе разработан новый метод нахождения параметров минимальных подстановочных представлений классических групп. Работа носит теоретический характер. Результаты и методы работы могут быть использованы для

дальнейших исследований как вопроса распознаваемости групп по спектру, так и других проблем теории групп. Они могут быть включены в спецкурсы для студентов и аспирантов, специализирующихся в области алгебры.

Методы исследования. В работе используются теория конечных простых групп, теория линейных алгебраических групп, теория групп лиева типа, методы линейной алгебры, а также элементы теории чисел.

Апробация работы. Результаты диссертации в период с 2002 по 2006 год были представлены на конференциях в Новосибирске, Екатеринбурге, Москве, Иркутске (см. [28–33]). Результаты работы неоднократно докладывались на семинарах Института математики СО РАН и НГУ «Теория групп» и «Алгебра и логика». В 2005 году автор выступала на семинаре по теории групп университета г. Сучжоу, Китай (руководитель - проф. Ши Вуджи).

Публикации. Результаты автора по теме диссертации опубликованы в работах [22–33].

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из 4 глав, введения и списка литературы. Она изложена на 92 страницах, включает 8 таблиц и 2 рисунка, библиография содержит 105 наименований.

Содержание диссертации

Общая структура диссертации. Диссертация разбита на главы, которые в свою очередь подразделяются на параграфы. Основные результаты глав сформулированы в виде теорем. Их нумерация двойная: первая цифра - номер главы, вторая - номер теоремы в главе. Вспомогательные утверждения (леммы и предложения) имеют тройную нумерацию: первая цифра - номер главы, вторая - номер параграфа в текущей главе, третья - номер утверждения в текущем параграфе.

Глава 1. В этой главе собраны основные необходимые определения и предварительные результаты. Во-первых, вводятся обозначения для групп лиева типа и их подгрупп; приводятся сведения, касающиеся строения, автоморфизмов и арифметических свойств этих групп. Во-вторых, излагаются общие аспекты проблемы распознавания конечных групп по спектру.

Глава 2. В данной главе рассматривается проблема распознаваемости простых ортогональных групп. Основным

результатом главы является доказательство существования распознаваемых групп лиева типа сколь угодно большого лиева ранга.

ТЕОРЕМА 2.1. *Если $L = O_{2n+1}(2)$ или $L = O_{2n+2}^-(2)$, где $n = 2^m \geq 8$, то L распознаваема по спектру.*

Отметим, что для групп $O_5(2)$, $O_9(2)$, $O_6^-(2)$ и $O_{10}^-(2)$ вопрос о распознаваемости был решен ранее в работах ряда авторов. Таким образом, по модулю теоремы 2.1 вопрос о распознаваемости простых групп $O_{2^m+1}(2)$ и $O_{2^m+2}^-(2)$ полностью закрыт для любого m .

Доказательстве квазираспознаваемости групп, указанных в предыдущей теореме, удалось провести в более общем случае.

ТЕОРЕМА 2.2. *Пусть m и k — произвольные натуральные числа и $n = 2^m$. Группа L квазираспознаваема по спектру в каждом из следующих случаев:*

- (1) $L = O_{2n}^-(2^k)$;
- (2) $L = O_{2n+2}^-(2)$ и $m > 1$;
- (3) $L = O_{2n+1}(2^k)$ и $m > 2$.

Отметим, что группы $O_6^-(2)$, $O_5(2^k)$ и $O_9(2)$, как было установлено ранее, не являются квазираспознаваемыми; вопрос о квазираспознаваемости групп $O_9(2^k)$ при $k > 1$ остается открытым.

Доказательство теоремы 2.2, в формулировке которой все группы имеют несвязный граф простых чисел, использует теорему Грюнберга–Кегеля и классификацию Вильямса–Кондратьева. При переходе от теоремы 2.2 к теореме 2.1 самым сложным этапом явилось установление того, что в любом расширении 2-группы с помощью соответствующей ортогональной группы появляются элементы нового порядка. Идея, позволяющая установить требуемый факт, была заимствована из более ранней работы, посвященной распознаваемости группы $O_{10}^+(2)$.

ТЕОРЕМА 2.3. *Группа $O_{10}^+(2)$ распознаваема по спектру.*

Результаты теорем 2.1 и 2.2 получены автором совместно с А.В. Васильевым и опубликованы в [24, 30–32]. Результат теоремы 2.3 получен автором лично и опубликован в [23].

Глава 3. В данной главе рассматривается проблема распознаваемости простых линейных групп. Основным результатом главы является следующая

ТЕОРЕМА 3.1. *Группа $L_n(2^k)$ распознаваема по спектру при всех*

$n = 2^m \geq 32$ и $k \geq 1$.

В отличие от групп, рассматриваемых в предыдущей главе, группы из условия теоремы 3.1 имеют связный граф простых чисел. Отметим, что до появления этого результата было известно только три простые группы со связным графом простых чисел и решенной проблемой распознаваемости: это нераспознаваемая Alt_{10} (Мазуров [13]), распознаваемая Alt_{16} (Заварницин [9]) и почти распознаваемая $U_4(5)$ (Васильев [5]).

Как было сказано выше, доказательство теоремы 3.1 использует недавно полученные теорему Васильева [6] и классификацию Васильева–Вдовина [7] и дает один из первых примеров приложения этих результатов к проблеме распознаваемости.

В частном случае, когда порядок поля определения равен двум, результат теоремы 3.1 удалось обобщить в следующих направлениях.

ТЕОРЕМА 3.2. *Группа $L_n(2)$ квазираспознаваема по спектру при всех натуральных $n > 2$.*

ТЕОРЕМА 3.3. *Пусть p — простое число такое, что число 2 является примитивным корнем по модулю p , и m — натуральное число такое, что $2^m - 1 \geq p$. Тогда группа $L_n(2)$ распознаваема по спектру при $n = 2^m + p - 1$. Если к тому же $p - 1$ не делится на 3, то группа $L_n(2)$ распознаваема по спектру при $n = 2^m + p + 2$ и $n = p + 3$.*

Отметим, что из теоремы 3.2 и недавнего результата Заварницина и Мазурова [10] следует, что группы $L_n(2)$ распознаваемы по спектру для всех $n > 2$.

Результат теоремы 3.1 получен автором совместно с А.В.Васильевым и опубликован в [26, 33]. Результаты теорем 3.2 и 3.3 получены автором в составе международного коллектива и опубликованы в [27].

Глава 4. В этой главе представлен общий подход к описанию параметров минимальных подстановочных представлений для конечных простых классических групп лиева типа. Как уже отмечалось, минимальное подстановочное представление простой группы G всегда подобно представлению на множестве Ω правых смежных классов по некоторой собственной подгруппе M . Индекс l группы M равен степени представления. Пусть под действием M множество Ω распадается на орбиты $\Omega_1, \Omega_2, \dots$. Подстепень, равную длине орбиты Ω_i , обозначим через l_i ; двойной стабилизатор, равный стабилизатору в M класса из Ω_i , обозначим через M_i . Через

Ω_1 обозначим тривиальную орбиту $\{M\}$; в соответствии с этим обозначением $l_1 = 1$ и $M_1 = M$.

Пусть G — группа лиева типа с системой корней Φ . Как следует из работ [8, 12], в конечных простых классических группах, за исключением некоторых групп малых ранга и порядка поля определения, подгруппы наименьшего индекса являются параболическими. Пусть P_1 — параболическая подгруппа группы G наименьшего индекса и Φ_1 — соответствующая ей подсистема корней. Для описания параметров представления группы G по подгруппе P_1 необходимо исследовать поведение подгрупп, сопряженных с P_1 . Это исследование в свою очередь сводится к изучению действия группы Вейля W системы Φ на корнях из Φ_1 . Поскольку для различных типов систем корней изучение такого действия происходит по схожему сценарию, в большинстве случаев удастся унифицировать соответствующие рассуждения и даже их результаты. В качестве примера, приведем одно из предложений главы, содержащее общее для групп типов B_n , C_n и D_n описание одного из двойных стабилизаторов представления по P_1 . Через Φ^+ , Φ^- обозначены системы положительных и отрицательных корней; через L_1 — подгруппа Леви группы P_1 .

ПРЕДЛОЖЕНИЕ 4.1.5. *Пусть Φ имеет тип B_n, C_n , где $n \geq 2$, или тип D_n , где $n \geq 4$. Тогда в W существует такой элемент w_2 , что $w_2(\Phi_1) = \Phi_1$, $w_2(\Phi^+ \setminus \Phi_1) = \Phi^- \setminus \Phi_1$, и, следовательно, $P_1 \cap P_1^{w_2} = L_1$.*

На самом деле, приведенное утверждение вместе с несколькими другими, ему подобными, позволяют общим образом получить описание подстановочных представлений универсальных групп лиева типа. Когда же осуществляется переход от универсальных групп к простым, группы различных типов приходится рассматривать отдельно. Отдельно для каждого типа формулируется и окончательное описание. В силу объемности полученных результатов мы ограничимся здесь соответствующей теоремой для групп типа C_n .

ТЕОРЕМА 4.2. *Для простых групп $C_n(q)$, где $n \geq 3$, $q = p^m \geq 3$, параметры l , M , l_2 , M_2 , l_3 , M_3 минимального подстановочного представления содержатся в следующем списке:*

если q четно, то $l = \frac{q^{2n}-1}{q-1}$, $M = p^{m(2n-1)} : (C_{n-1}(q) \times (q-1))$,

$l_2 = \frac{q^{2n-1}-q}{q-1}$, $M_2 = (p^m \cdot p^{m(4n-6)}) : (C_{n-2}(q) \times (q-1) \times (q-1))$,

$$\begin{aligned}
l_3 &= q^{2n-1}, M_3 = C_{n-1}(q) \times (q-1); \\
\text{если } q \text{ нечетно, то } l &= \frac{q^{2n}-1}{q-1}, M = (p^m \cdot p^{m(2n-2)}) : 2 \cdot (C_{n-1}(q) \times \frac{q-1}{2}), \\
l_2 &= \frac{q^{2n-1}-q}{q-1}, M_2 = (p^{3m} \cdot p^{m(4n-8)}) : (2 \cdot (C_{n-2}(q) \times \frac{q-1}{2}) \times (q-1)), \\
l_3 &= q^{2n-1}, M_3 = 2 \cdot (C_{n-1}(q) \times \frac{q-1}{2}).
\end{aligned}$$

Ранг представления во всех случаях равен 3.

Результаты главы опубликованы в [22, 28, 29].

В заключение я бы хотела выразить глубокую признательность своим научным руководителям д.ф.-м.н. А.В.Васильеву и чл.-корр. РАН В.Д.Мазурову за неизменное внимание и неоценимую помощь. Я обязана им гораздо большим, чем просто этой работой.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (проект 05-01-00797) и Президиума СО РАН (интеграционный проект 2006.1.2)

Литература

- [1] *Алеева М. Р.* О конечных простых группах с множеством порядков элементов как у группы Фробениуса или двойной группы Фробениуса, Мат. заметки, Т. 73, № 1 (2003), 323–339.
- [2] *Васильев А. В.* Минимальные подстановочные представления конечных простых исключительных групп типа G_2 и F_4 , Алгебра и логика, Т. 35, № 6 (1996), 663–684.
- [3] *Васильев А. В.* Минимальные подстановочные представления конечных простых исключительных групп типа E_6 , E_7 и E_8 , Алгебра и логика, Т. 36, № 5 (1997), 518–530.
- [4] *Васильев А. В.* Минимальные подстановочные представления конечных простых исключительных групп скрученного типа, Алгебра и логика, Т. 37, № 1 (1998), 17–35.
- [5] *Васильев А. В.* О распознавании всех конечных неабелевых простых групп, простые делители порядков которых не превосходят 13, Сиб. мат. журн., Т. 46, № 2 (2005), 315–324.
- [6] *Васильев А. В.* О связи между строением конечной группы и свойствами ее графа простых чисел, Сиб. матем. журн., Т. 46, № 3 (2005), 511–522.
- [7] *Васильев А. В., Вдовин Е. П.* Критерий смежности в графе простых чисел конечной простой группы, Алгебра и логика, Т. 44, № 6 (2005), 682–725.
- [8] *Васильев А. В., Мазуров В. Д.* Минимальные подстановочные представления конечных простых ортогональных групп, Алгебра и логика, Т. 33, № 6 (1994), 603–627.
- [9] *Заварницин А. В.* Распознавание знакопеременных групп степени $r + 1$ и $r + 2$ для простого r и группы степени 16 по их множествам порядков элементов, Алгебра и логика, Т. 39, № 6 (2000), 648–662.
- [10] *Заварницин А. В., Мазуров В. Д.* Порядки элементов в накрытиях конечных простых линейных и унитарных групп и распознаваемость групп по спектру, Доклады РАН, Т. 409, № 6 (2006), 736–739.
- [11] *Кондратьев А. С.* О компонентах графа простых чисел конечных простых групп, Матем. сб., Т. 180, № 6 (1989), 787–797.

- [12] *Мазуров В.Д.* Минимальные подстановочные представления конечных простых классических групп. Специальные линейные, симплектические и унитарные группы, Алгебра и логика, Т. 32, № 3 (1993), 267–287.
- [13] *Мазуров В. Д.* Распознавание конечных групп по множеству порядков их элементов, Алгебра и логика, Т. 37, № 6 (1998), 651–666.
- [14] *Мазуров В.Д.* Группы с заданным спектром, Изв. Урал. гос. ун-та, 2005, №36 (Математика и механика, вып.7), 119–138.
- [15] *Cooperstein B.N.* Minimal degree for a permutation representation of a classical group, Israel J. Math., V. 30 (1978), 213–235.
- [16] *Higman G.* Finite groups in which every element has prime power order, J. London Math. Soc., V. 32 (1957), 335–342.
- [17] *Shi W.* A characteristic property of $PSL_2(7)$, J. Austral. Math. Soc. (Ser. A), V. 36, N 3(1984), 354–356.
- [18] *Shi W.* A characteristic property of A_5 (in Chinese), J. Southwest-China Teach. Univ., V. 11, N 3 (1986), 11–14.
- [19] *Shi W.* The characterization of the sporadic simple groups by their element orders, Algebra Colloq., V. 1, N 2 (1994), 159–166.
- [20] *Suzuki M.* On a class of doubly transitive groups, Ann. Math., V. 75 (1962), 105–145.
- [21] *Williams J. S.* Prime graph components of finite groups, J. Algebra, V. 69, N 2 (1981), 487–513.

Работы автора по теме диссертации

- [22] *Гречкосеева М.А.* Минимальные подстановочные представления классических простых групп, Сиб. матем. журн., Т. 44, № 3 (2003), 560–586.
- [23] *Гречкосеева М.А.* Распознаваемость группы $O_{10}^+(2)$ по ее спектру, Сиб. матем. журн., Т. 44, № 4 (2003), 737–741.
- [24] *Васильев А.В., Гречкосеева М.А.* О распознаваемости конечных простых ортогональных групп размерности $2^m, 2^m + 1$ и $2^m + 2$ над полем характеристики 2, Сиб. матем. журн., Т. 45, № 3 (2004), 510–526.

- [25] *Васильев А.В., Гречкосеева М.А., Мазуров В.Д., Чао Х.П., Чен Г.Ю., Ши В.Дж.* Распознавание конечных простых групп $F_4(2^m)$ по спектру, Сиб. матем. журн., Т. 45, № 6 (2004), 1256-1262.
- [26] *Васильев А.В., Гречкосеева М.А.* О распознавании по спектру конечных простых линейных групп над полями характеристики 2, Сиб. мат. журн., Т. 46, № 4 (2005), 749–758.
- [27] *Grechkoseeva M.A., Lucido M.S., Mazurov V.D., Moghaddamfar A.R., Vasil'ev A. V.* On recognition of the projective special linear groups over the binary field, Сибирские электронные математические известия, Т. 2 (2005), 253–263; (<http://semr.math.nsc.ru>).
- [28] *Гречкосеева М.А.* О подстановочных представлениях классических простых групп, Труды XXXIII Региональной молодежной конференции «Проблемы теоретической и прикладной математики», Екатеринбург, 2002, 12–15.
- [29] *Гречкосеева М.А.* О подстановочных представлениях простых скрученных групп лиева типа, Труды XXXIV Региональной молодежной конференции «Проблемы теоретической и прикладной математики», Екатеринбург, 2003, 18–21.
- [30] *Васильев А.В., Гречкосеева М.А.* О распознаваемости конечных простых ортогональных групп, Труды XXXV Региональной молодежной конференции «Проблемы теоретической и прикладной математики», Екатеринбург, 2004, 17–19.
- [31] *Grechkoseeva M.A., Vasil'ev A. V.* On recognition of finite simple orthogonal groups over fields of even order by their spectra, Тезисы докладов Международной алгебраической конференции, посвященной 250-летию Московского университета, М.: Изд. механико-математического факультета МГУ, 2004, 297–298.
- [32] *Васильев А.В., Гречкосеева М.А.* О распознавании конечных простых групп по их спектрам, Материалы международной конференции, посвященной 75-летию со дня рождения профессора А.И. Кокорина, Иркутск, 2004, 13–14.
- [33] *Grechkoseeva M.A., Vasil'ev A. V.* On recognition of finite simple linear groups by spectrum, Тезисы международной алгебраической конференции, посвященной 100-летию со дня рождения

П.Г.Конторовича и 70-летию Л.Н.Шеврина, Екатеринбург, 2005,
97-98.

Гречкосеева Мария Александровна

**Арифметические свойства конечных
групп лиева типа**

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата физико-математических наук

Подписано в печать 15.01.07. Формат 60x84 1/16.
Усл. печ. л. 1. Уч.-изд. л. 1. Тираж 100 экз. Заказ № 13.

Отпечатано в ООО “Омега Принт”
630090, Новосибирск, пр. Лаврентьева, 6