

Содержание

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

Р.И. Паровик

Моделирование выбора руководством высшего учебного заведения оптимального решения, согласованного с управляющими решениями его филиалов 5

А.Н. Антоненко, А.С. Попова, О.В. Шереметьева

Особенности блужданий в цепях связанных сейсмических событий 12

Р.И. Паровик, П.П. Фирстов

Фазовый анализ временных рядов геофизических полей 23

А.В. Соломатин

Построение уточненной модели уравнения макросейсмического поля для землетрясений Курило-Камчатского региона. Интерполяционный и регрессионный анализ 30

ИНФОРМАЦИОННЫЕ И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

А.П. Горюшкин

Особенности машинного исследования дискретных групп 43

НАНОТЕХНОЛОГИИ

Д.С. Горев, В.В. Потапов, К.С. Шалаев

Получение нанопорошка диоксида кремния на основе гидротермального раствора криохимической вакуумной сублимации 56

Е.М. Иваненко

Прогноз отраслевой структуры потребления российского рынка нанопорошков 67

Макаров Д.В.

Экологическая безопасность нанопорошков 73

Конференции 80

Научные издания 87

Сведения об авторах 93

Тематика журнала и правила для авторов 96

Contents

MATHEMATICAL SIMULATION

R.I. Parovik

Modeling of choice leadership high school optimum decisions agreed upon with driving with managed solutions its affiliates 5

A.N. Antonenko, A.S. Popova, O.V. Sheremetyeva

Features walk in chains related seismic events 12

R.I. Parovik, P.P. Firstov

Phase analysis of time series of geophysical fields 23

A.V. Solomatin

The refined model of the macroseismic field for the kurile-kamchatka region earthquakes equation definition. Interpolation and regression approaches 30

INFORMATION AND COPMPUTATION TECHNOLOGIES

A.P. Goryushkin

On subgroups of almost amalgamated free product two groups with finite analgamated subgroup 43

NANOTECHNOLOGY

D.S. Gorev, V.V. Potapov, K.S. Shalaev

In this paper we consider a technique to obtain the nano-silica-based hydrothermal solution cryochemical vacuum sublimation 56

E.M. Ivanenko

Forecast sectoral structure of consumption of the Russian market of nanopowders 67

Makarov D.V.

Environmental safety of nanopowders 73

Conferences 80

Scientific publications 87

About the authors 93

Topics of the journal and rules for authors 100

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

УДК 519.852

МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЫБОРА РУКОВОДСТВОМ ВЫСШЕГО УЧЕБНОГО ЗАВЕДЕНИЯ ОПТИМАЛЬНОГО РЕШЕНИЯ, СОГЛАСОВАННОГО С УПРАВЛЯЮЩИМИ РЕШЕНИЯМИ ЕГО ФИЛИАЛОВ

Паровик Р.И.

Филиал Дальневосточного Федерального государственного университета, 683031,
г. Петропавловск-Камчатский, ул. Тушканова, 11/1

E-mail: parovikroman@gmail.com

В работе рассмотрена модель выбора руководством высшего учебного заведения оптимального решения о распределении наборов абитуриентов в своих филиалах.

Ключевые слова: оптимальное решение, целевая функция, прибыль

© Паровик Р.И., 2013

MATHEMATICAL SIMULATION

MSC 49N05

MODELING OF CHOICE LEADERSHIP HIGH SCHOOL OPTIMUM DECISIONS AGREED UPON WITH DRIVING WITH MANAGED SOLUTIONS ITS AFFILIATES

Parovik R.I.

Branch of the Far Eastern Federal State University, 683031, Petropavlovsk-Kamchatsky,
Tushkanova st., 11 / 1, Russia

E-mail: parovikroman@gmail.com

The paper considers the model of choice by high-school optimal solutions for the distribution of sets of entrants in its branches.

Key words: optimal solution, the objective function, profit

© Parovik R.I., 2013

Введение

Развитие математического моделирования в экономике позволило понять экономические процессы не только на качественном, но и количественном уровне [1]. Особый интерес представляет класс экономических задач, связанных с выбором или принятием оптимального решения. Как правило, такие задачи возникают в производственном и финансовом менеджменте, когда управляющий орган предприятия или организации принимает решение по достижению максимальной прибыли и минимальных затрат ресурсов. Методы решения таких задач опираются на математические методы оптимизации и исследования операций [2].

В работе мы рассмотрим простейшую задачу на примере принятия руководством вуза оптимального решения по распределению наборов абитуриентов в филиалах с целью максимизации прибыли. Такая задача является принципиально важной, так как без ее решения не будут функционировать филиалы или даже сам вуз [3].

Постановка задачи

Руководство высшего учебного заведения (вуза) согласно стратегии развития своих представительств (филиалов) в других регионах заинтересовано в предоставлении им набора абитуриентов с целью получения максимальной прибыли от образовательной деятельности.

Пусть по программе развития филиалов вуза необходимо распределить абитуриентов в количестве 500 человек. Будем предполагать, что вуз обладает двумя филиалами, которые в свою очередь приносят прибыль от образовательных услуг и перечисляют одинаковый процент в головной вуз. В частности, каждый филиал готовит студентов очной и заочной формы обучения на коммерческой основе и обладает необходимым профессорско-преподавательским составом. Руководство вуза установило для филиалов стоимость образовательных услуг в зависимости от особенностей регионов, а нормы затрат филиалов представлены в таблице.

Таблица

Наименование	Норма затрат		Объем ресур- са
	Очная форма обу- чения, кол. чел.	Заочная форма обучения, кол. чел.	
Филиал №1			
Абитуриенты кол. чел.	1	1	?
Трудоресурсы, чел.-час.	1	2	400
Стоимость обучения, тыс. руб.	6	8	
Филиал №2			
Абитуриенты кол. чел.	2	1	?
Трудоресурсы, чел.-час.	1	1	200
Стоимость обучения, тыс. руб.	7	6	

Разработаем экономико-математическую модель (ЭММ) распределения абитуриентов между филиалами по принципу наибольшей эффективности их использования, а также определим функции предельной эффективности для 1-го и 2-го филиалов [4]. Составим ЭММ задачи. Введем следующие параметры:

- x_{11} – программа обучения студентов очной формы в 1-ом филиале;
- x_{12} – программа обучения студентов заочной формы в 1-ом филиале;
- x_{21} – программа обучения студентов очной формы во 2-ом филиале;
- x_{22} – программа обучения студентов заочной формы во 2-ом филиале;
- d_1 – набор абитуриентов, выделенный вузом 1-му филиалу;
- d_2 – набор абитуриентов, выделенный вузом 2-му филиалу;
- $f(d_1)$ – ожидаемый максимум выручки от 1-го филиала с учетом d_1 ;
- $f(d_2)$ – ожидаемый максимум выручки от 2-го филиала с учетом d_2 .

ЭММ задачи включает в себя три взаимосвязанные подзадачи линейного программирования:

- 1) задача управляющего органа головного вуза;
- 2) задача управляющего органа 1-го филиала;
- 3) задача управляющего органа 2-го филиала.

Эти задачи можно записать с помощью соотношений.

Задача управляющего органа головного вуза. Найти вектор (d_1, d_2) .

$$\begin{aligned} d_1 + d_2 &\leq 500; \\ d_1 &\geq 0, d_2 \geq 0; \\ F &= f_1(d_1) + f_2(d_2) \rightarrow \max. \end{aligned} \quad (1)$$

Задача управляющего органа 1-го филиала. Найти вектор (x_{11}, x_{12})

$$\begin{aligned} x_{11} + x_{12} &\leq d_1; \\ x_{11} + 2x_{12} &\leq 400; \\ x_{11} &\geq 0, x_{12} \geq 0; \\ f_1 &= 6x_{11} + 8x_{12} \rightarrow \max. \end{aligned} \quad (2)$$

Задача управляющего органа 2-го филиала. Найти вектор (x_{21}, x_{22})

$$\begin{aligned} 2x_{21} + x_{22} &\leq d_2; \\ x_{21} + x_{22} &\leq 200; \\ x_{21} &\geq 0, x_{22} \geq 0; \\ f_2 &= 7x_{21} + 6x_{22} \rightarrow \max. \end{aligned} \quad (3)$$

Задачи (1)-(3) относятся к классу задач линейного программирования [2]. Важной составляющей в решении задач (1)-(3) является понятие предельной эффективности [4]. Она определяет величину максимального прироста прибыли при дополнительном привлечении ресурсов. Найдем предельную эффективность для 1-го и 2-го филиалов.

Предельную эффективность будем искать с помощью графического метода. Для 1-го филиала предельная эффективность набора абитуриента определяется из следующего рисунка (рис.1).

При лимите набора абитуриентов $d_1 = 100$ (прямая ВС), область допустимых значений будет ограничена прямой ВС и осями координат (треугольник). Определить оптимальное решение на таком треугольнике можно, сравнивая значения в угловых точках треугольника. В нашем случае в точках В(0,100) и С(100,0). Прибыль, соответствующая этим точкам, определяется так:

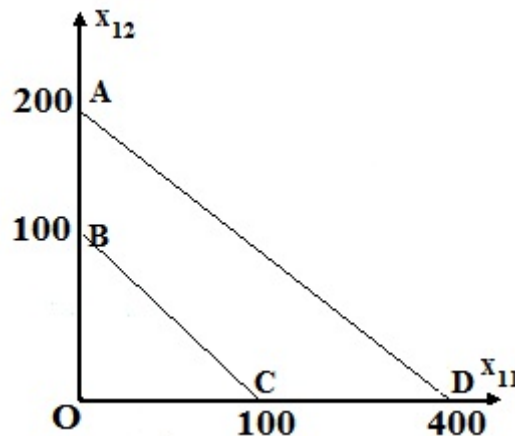


Рис. 1. Графический анализ предельной эффективности набора для 1-го филиала

$$f_1(0, 100) = 6 \cdot 0 + 8 \cdot 100 = 800 \text{ тыс. руб.}, f_1(100, 0) = 6 \cdot 100 + 8 \cdot 0 = 600 \text{ тыс. руб.}$$

Поэтому оптимальное решение определяется вектором: $x_{11}^* = 0, x_{12}^* = 100$.

Рассмотрим двойственную задачу к этой задаче. В силу того что d_1 меняется в пределах от точки $O(0, 0)$ до точки $A(200, 0)$ или $d_1(O) = 0$ до $d_1(A) = 200$, получим задачу. Найти вектор (y_{11}, y_{12}) при следующих условиях:

$$\begin{aligned} y_{11} + y_{12} &\geq 6; \\ y_{11} + 2y_{12} &\geq 8; \\ y_{11} &\geq 0, y_{12} \geq 0; \\ w_1 &= d_1 y_{11} + 400 y_{12} \rightarrow \min, \end{aligned}$$

где y_{11} и y_{12} – величины эффективности набора абитуриентов и трудовых ресурсов 1-го филиала.

Оптимальные решения будут находиться ниже прямой AD на прямой OA, поэтому трудовой ресурс будет являться избыточным, при этом его предельная эффективность составит $y_{12}^* = 0$.

С другой стороны, мы показали, что $x_{12}^* > 0$. Поэтому второе ограничение можно записать так: $y_{11} + 2y_{12} = 8$; или $y_{11}^* = 8$ тыс. руб. Каждый абитуриент, поступающий в 1-й филиал, будет давать прирост максимума выручки этого филиала на 8 тыс. руб. при $1 \leq d_1 \leq 200$. Возникает вопрос: какой прирост выручки будет в случае $d_1 > 200$? Определим значения выручки в точках A и D:

$$\begin{aligned} f_1(A) &= f_1(0, 200) = 6 \cdot 0 + 8 \cdot 200 = 1600 \text{ тыс. руб.} \\ f_1(D) &= f_1(400, 0) = 6 \cdot 400 + 8 \cdot 0 = 2400 \text{ тыс. руб.} \end{aligned}$$

Следовательно, выручка при $d_1 > 200$ будет расти от 1600 тыс. руб. до 2400 тыс. руб. Поэтому прямая BC будет двигаться от точки A к точке D, образуя область допустимых значений (четырехугольник), поэтому $x_{11}^* > 0$ и $x_{12}^* > 0$, т.е. для решений A и D производится набор абитуриентов на очное и заочное обучение. Найдем предельные эффективности:

$$\begin{cases} y_{11}^* + y_{12}^* = 6 \\ y_{11}^* + 2y_{12}^* = 8. \end{cases}$$

Решение этой системы: $y_{11}^* = 4$, $y_{12}^* = 2$ или $y_{11}^* = 4$, так как $y_{12}^* = 0$. Для правой границы предельной эффективности получим, что для программы набора D: $d_1(D) = d_1(400, 0) = 400 + 0 = 400$. Поэтому для каждого дополнительного абитуриента из диапазона от 200 до 400 в 1-м филиале выручка будет давать прирост в 4 тыс. руб. В целом предельная эффективность набора для 1-го филиала может быть представлена графически (рис.2).

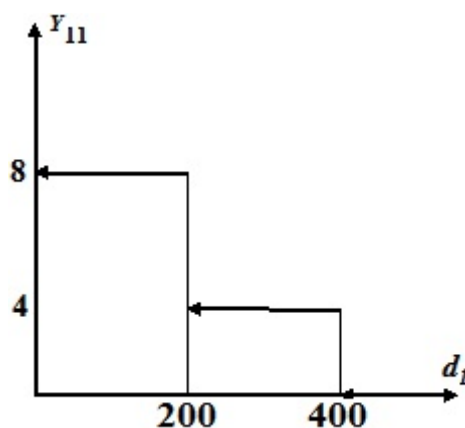


Рис. 2. График функции предельной эффективности набора для 1-го филиала

Необходимо отметить, что при $d_1 > 400$ прямая ВС будет проходить выше, чем прямая AD (рис.1), поэтому прироста выручки не будет $y_{11}^* = 0$.

Аналогично определим предельную эффективность для 2-го филиала. При лимите набора $d_2 = 100$ чел. линия ВС и оси координат определяют область допустимых решений задачи (рис.3).

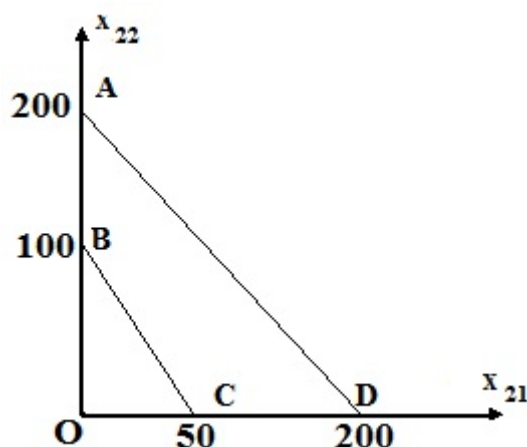


Рис. 3. Графический анализ предельной эффективности набора для 2-го филиала

Оптимальное решение на таком треугольнике определим в точках B(0,100) и C(50,0). $f_2(0, 100) = 7 \cdot 0 + 6 \cdot 100 = 600$ тыс. руб. и $f_2(50, 0) = 7 \cdot 50 + 6 \cdot 0 = 350$ тыс. руб. Поэтому оптимальное решение: $x_{21}^* = 0, x_{22}^* = 100$. Составим двойственную задачу для задачи (2):

$$\begin{aligned} 2y_{21} + y_{22} &\geq 7; \\ y_{21} + y_{22} &\geq 6; \\ y_{11} &\geq 0, y_{12} \geq 0; \\ w_1 &= d_2 y_{21} + 200 y_{22} \rightarrow \min. \end{aligned}$$

В точке D выполняется равенство $d_2(D) = 200$. Поэтому оптимальные решения точки С при $d_2 \in (0, 200]$ будут находиться на отрезке ОА ниже прямой AD и поэтому $y_{22}^* = 0$. В силу $x_{22}^* > 0$, то должно выполняться равенство:

$$y_{21}^* + y_{22}^* = 6.$$

Получим $y_{21}^* = 6$ тыс. руб. Каждый абитуриент для 2-го филиала будет давать максимальный прирост прибыли 6 тыс. руб. при $d_2 \in (0, 200]$. Проверим, будет ли максимальный прирост прибыли при $d_2 > 200$. Вычислим значения целевой функции в точках А и D:

$$f_2(A) = f_2(0, 200) = 0 \cdot 7 + 6 \cdot 200 = 1200 \text{ тыс. руб.}$$

$$f_2(D) = f_2(200, 0) = 200 \cdot 7 + 6 \cdot 0 = 1400 \text{ тыс. руб.}$$

Мы видим, при движении прямой ВС от точки D к точке А выполняется неравенство $f_2(A) > f_2(D)$, поэтому не возможен прирост максимума предельной эффективности. Прямая по набору пройдет выше трудовых ресурсов. Объединяя предельные эффективности двух филиалов, получим максимальную выручку, которую определим из сводного графика (рис. 4).

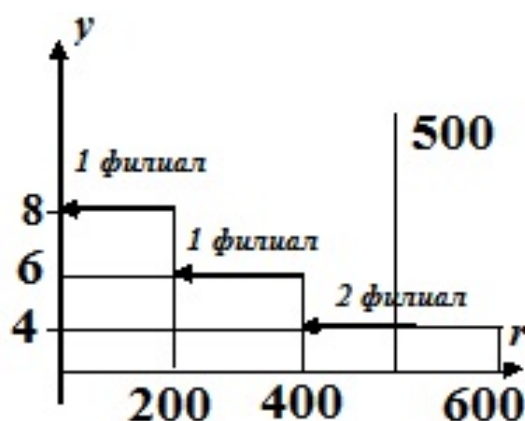


Рис. 4. Сводный график функции предельной эффективности набора для вуза

Из графика следует, что оптимальным управленческим решением для вуза является решение: 200 студентов распределить 1-му филиалу, так как прирост выручки на 1 чел. составляет 8 тыс. руб., далее необходимо 200 чел дать 2-му филиалу, так как прирост выручки с каждого дополнительного чел. составит 6 тыс. руб.; и 100 чел. отдать 2-му филиалу, так как прирост выручки составит 4 тыс. руб. Суммарная выручка будет составлять:

$$F = f_{1\max} + f_{2\max} = 8 \cdot 200 + 6 \cdot 200 + 4 \cdot 100 = 3200 \text{ тыс. руб.}$$

При этом оптимальные программы наборов абитуриентов в 1-м и во 2-м филиалах определяются из задач линейного программирования:

$$\begin{array}{ll} x_{11} + x_{12} \leq 300; & 2x_{21} + x_{22} \leq 200; \\ x_{11} + 2x_{12} \leq 400; & x_{21} + x_{22} \leq 200; \\ x_{11} \geq 0, x_{12} \geq 0; & x_{21} \geq 0, x_{22} \geq 0; \\ f_1 = 6x_{11} + 8x_{12} \rightarrow \max. & f_2 = 6x_{21} + 8x_{22} \rightarrow \max. \end{array}$$

Решение можно получить графическим методом:

$$x_{11}^* = 200, x_{12}^* = 100, x_{21}^* = 0, x_{22}^* = 200.$$

Проверкой убеждаемся, что $F = f_{1\max} + f_{2\max} = 6 \cdot 200 + 8 \cdot 100 + 6 \cdot 200 = 3200$ тыс. руб.

Максимальная прибыль при распределении абитуриентов в 500 чел. возможна в случае, когда 200 чел. поступают на очное и 100 чел. – на заочное обучение в 1-й филиал, а также 200 чел. – на заочное обучение во 2-ой филиал, и составляет 3200 тыс. руб. в месяц.

Заключение

В работе было показано, что эффективность распределения ресурсов предприятия или организации зависит от правильности принятия решения, обусловленного математическим моделированием. Руководство крупной компании или организации с филиалами в других регионах страны должно грамотно расходовать свои ресурсы, увеличивая тем самым прибыль. В настоящей работе управляющий орган головного вуза принял решение о распределении абитуриентов по филиалам, которое принесло им прибыль в размере 3200000 руб.

С учетом того, что некоторый процент от этой суммы отчисляется в головной вуз, оставшихся средств должно хватить филиалам для внутренних программ улучшения качества образования и научной деятельности.

Библиографический список

1. Волгина О.А., Голодная Н.Ю., Одияко Н.Н., Шуман Г.И. Математическое моделирование экономических процессов и систем. М.: КНОРУС, 2011. 200 с.
2. Красс М.С., Чупрынов Б.П. Математические методы и модели для магистрантов экономики. Спб.: Питер, 2010. 496 с.
3. Васильев Ю.С., Глухов В.В., Федоров М.П. Экономика и организация управления вузом. Спб.: Питер, 2004. 608 с.
4. Савиных В.Н. Математическое моделирование производственного и финансового менеджмента. М.: КНОРУС, 2012. 192 с.

Поступила в редакцию / Original article submitted: 25.04.2013

УДК 519.25 +519.237+ 550.34.01

ОСОБЕННОСТИ БЛУЖДЕНИЙ В ЦЕПЯХ СВЯЗАННЫХ СЕЙСМИЧЕСКИХ СОБЫТИЙ

Антоненко А.Н.¹, Попова А.С.^{1,2}, Шереметьева О.В.^{1,2}

¹ Камчатский государственный университет имени Витуса Беринга, 683032,
г. Петропавловск-Камчатский, ул. Пограничная, 4

² Институт космофизических исследований и распространения радиоволн
ДВО РАН, 684034, Камчатский край, с. Паратунка, ул. Мирная, 7

E-mail: anna_antonenko@mail.ru, non-ame@li.ru, olga.v.sheremetyeva@gmail.com

Рассмотрена статистическая модель сейсмического процесса в зоне субдукции Курило-Камчатской островной дуги по данным каталога тензоров сейсмических моментов [1] за период 1976–2005 гг. при использовании пространственного, временного и энергетического критерия связанности сейсмических событий с учётом *критерия направленности*. Обсуждается вопрос о наличии нелокальных эффектов во времени (память) и пространстве в цепях связанных сейсмических событий.

Ключевые слова: статистические методы, закон повторяемости Гутенберга-Рихтера, нелокальные процессы, марковские процессы с памятью

© Антоненко А.Н., Попова А.С., Шереметьева О.В., 2013

MSC 86A17

FEATURES OF WALKS IN CHAINS RELATED SEISMIC EVENTS

Antonenko A.N.¹, Popova A.S.^{1,2}, Sheremetyeva O.V.^{1,2}

¹ Kamchatka State University by Vitus Bering, 683032, Petropavlovsk Kamchatskiy,
Pogranichnaya st, 4, Russia

² Institute of Cosmophysical Researches and Radio Wave Propagation Far-Eastern Branch,
Russian Academy of Sciences, 684034, Kamchatskiy Kray, Paratunka, Mirnaya st., 7,
Russia

E-mail: anna_antonenko@mail.ru, non-ame@li.ru, olga.v.sheremetyeva@gmail.com

Consider a statistical model of the seismic process in the subduction zone of the Kuril-Kamchatka island arc according to the catalog of seismic moment tensor [1] over the period 1976–2005, using spatial, temporal and energy criteria of relatedness of seismic events with the *test* orientation. The question of the presence of non-local effects in time (memory) and space in circuits related seismic events.

Key words: statistical methods, the law of the Gutenberg-Richter frequency of non-local processes, Markov processes with memory

© Antonenko A.N., Popova A.S., Sheremetyeva O.V., 2013

Введение

Сейсмологами установлены закономерности между сейсмическими событиями во времени и пространстве, которые используются при моделировании сейсмического процесса [7, 6, 3, 9, 4, 12]. Идея об использовании не только величины, но и направления смещения при описании сейсмического процесса высказывалась в работах [10, 5]. В данной работе развиваются идеи, предложенные в статье [9] с учётом направленности сейсмического процесса путём включения в алгоритм поиска связанных сейсмических событий критерия направленности. Критерий направленности определялся углом отклонения вектора подвижки рассматриваемого события от главного направления смещения выборки. Наличие зависимости по времени (память или нелокальность во времени) и по пространству (нелокальность в пространстве) между сейсмическими событиями указывает на то, что в общем случае сейсмический процесс является немарковским и нелокальным случайным процессом.

В данной работе проведён анализ особенностей блужданий в цепях связанных событий при изменении начальных условий на примере выборки данных из каталога тензоров сейсмических моментов [1] для зоны субдукции Курило-Камчатской островной дуги за период 1976–2005гг.

Критерии связанности сейсмических событий

На рис. 1 изображена рассматриваемая выборка сейсмических событий. Визуализация проведена в программе ArcView Gis 3.1. с использованием карты Камчатки, созданной Николаем Ивановичем Селиверстовым.

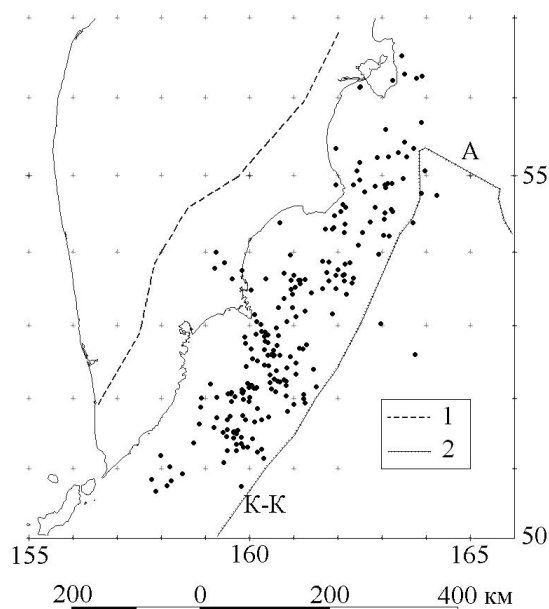


Рис. 1. Выборка из каталога тензоров сейсмических моментов [1] за период 1976–2005гг. для зоны субдукции Курило-Камчатской островной дуги (221 событие: 1 – ось крупнейших разломов, 2 – оси глубоководных желобов: Курило-Камчатского (К-К) и Алеутского (А-А))

Сейсмический процесс рассматривается как совокупность *связанных* сейсмических событий и выборка из каталога тензоров сейсмических моментов [1] за период 1976–2005гг. для зоны субдукции Курило-Камчатской островной дуги (221 событие) раскладывалась на непересекающиеся последовательности связанных событий с использованием критериев связанности по пространству, времени, энергии и направлению. Более раннее событие считается *инициирующим* для более поздних, если эти события попадают в область влияния, определяемую характеристиками инициирующего сейсмического события [12, 9]. Область влияния сейсмического события определяется следующими критериями:

1) Пространственный

Пространственный масштаб R [км] сейсмического события считается равным радиусу зоны влияния, определяющей неоднородностью среды [8]

$$R = 10^{0.43M_L}, \quad (1)$$

где M_L – магнитуда Рихтера, которая определяется по формуле [2]

$$M_L = \frac{(\lg M_0 - 17.0)}{1.4}, \quad (2)$$

где M_0 [Дж · м] – сейсмический момент [1].

2) Временной

Временной масштаб t [дни] оценивается исходя из закона повторяемости событий Гутенберга – Рихтера для каждого сейсмического события следующим образом:

$$t = \frac{T}{n}, \quad (3)$$

где $T=14973$ – временной период в днях каталога ИВИС ДВО РАН, по которому найдено уравнение регрессии (5), n – количество событий с магнитудой M_L , которое определяется с помощью соотношения

$$n = N(M_L - \Delta) - N(M_L), \quad (4)$$

где число землетрясений N выражается из уравнения регрессии

$$\lg N = -0.9M_L + 7.1, \quad (5)$$

с шагом дискретизации $\Delta = 0.1$.

3) Энергетический

Среди совокупности событий, попавших в пространственно-временную область инициирующего события, в цепь записывается событие с наибольшей магнитудой (или энергией).

4) Близости направлений

Направленность сейсмического процесса определяется выборкой векторов подвижек [9]. Векторы подвижек инициирующего и связанного событий должны попадать в конус рассеяния, т. е. иметь отклонение от главного вектора подвижки, не превышающее среднеквадратическое отклонение, равное 24° [9].

На основании введенных критериев сейсмическое событие попадает в область действия более раннего (*инициирующего*) события, если:

- временной промежуток между событиями не превышает временной масштаб t ;
- расстояние между гипоцентрами рассматриваемой пары сейсмических событий не превышает пространственный масштаб R инициирующего события;
- событие имеет наибольшую магнитуду среди всех попавших в пространственно-временную область инициирующего события;
- углы отклонения направлений подвижек рассматриваемой пары сейсмических событий не превышают заданное среднеквадратическое отклонение для рассматриваемой выборки.

Построение цепей связанных сейсмических событий

Выборка из каталога тензоров сейсмических моментов раскладывалась по пространственно-временным масштабам с учётом энергетического критерия и критерия близости направлений подвижек с использованием рассмотренного в предыдущем пункте алгоритма поиска связанных событий. Среди событий, связанных с инициирующим, в цепь записывалось наибольшее по энергии, вектор подвижки которого лежит внутри конуса рассеяния относительно главного направления подвижки рассматриваемой выборки. В качестве цепи рассматривается *не менее трёх связанных событий*, т. е. пара связанных событий цепь не образует. Нумерация цепей производится *по номеру первого события* в этой цепи.

В таблице представлена статистика – количество связанных сейсмических событий (длина цепи) и число цепей с таким количеством связанных событий.

Таблица

Длина цепи	3	4	5	6	7	10	11	13
Число цепей	8	5	5	1	1	3	1	1

Из всей выборки, состоящей из 221 события, 136 событий образуют цепи, что соответствует примерно 62%, а одиночные события или пары связанных событий, которые считаем независимыми, составляют 38% от всей выборки. Наличие связанных событий указывает на нелокальные свойства сейсмического процесса как во времени (память), так и в пространстве.

На рис. 2 – 7 представлены полученные цепи, включающие в себя более шести событий (длины цепочек больше 6).

Видим, что в цепях проявляются особенности блужданий, а именно, близкие пространственные корреляции между событиями сменяются дальними и наоборот, что говорит о нелокальных свойствах блужданий. Тенденции в блужданиях, отмеченные в работе [12], наблюдаются и в нашем случае. Изменение характеристик среды в связи со сменой режимов блужданий обсуждалось в работе [12].

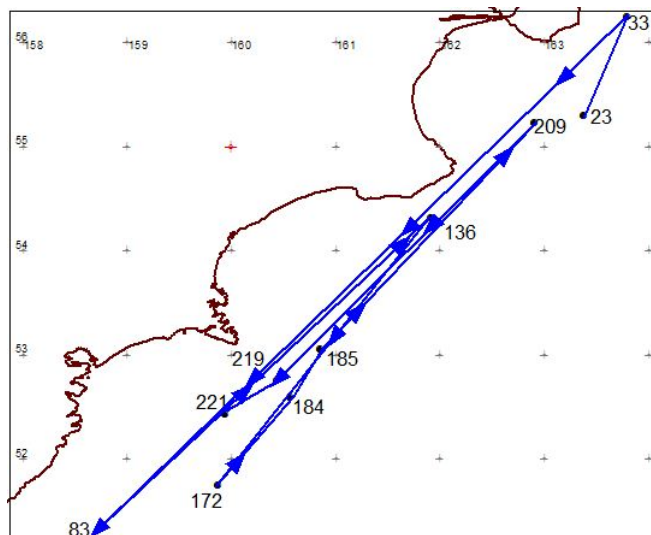


Рис. 2. Цепь №23 (10 событий)

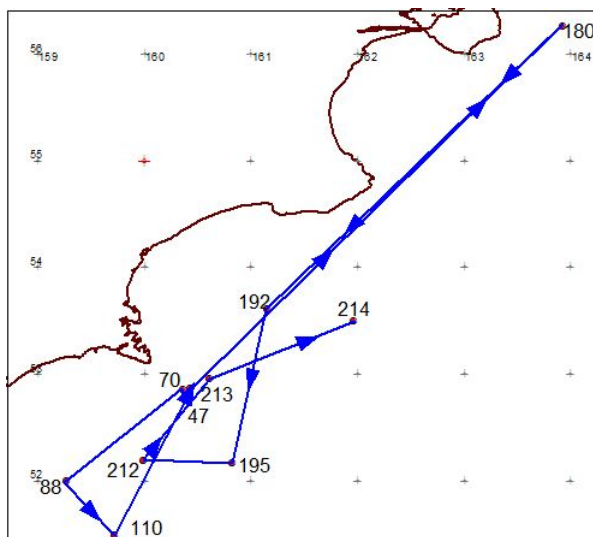


Рис. 3. Цепь №47 (11 событий)

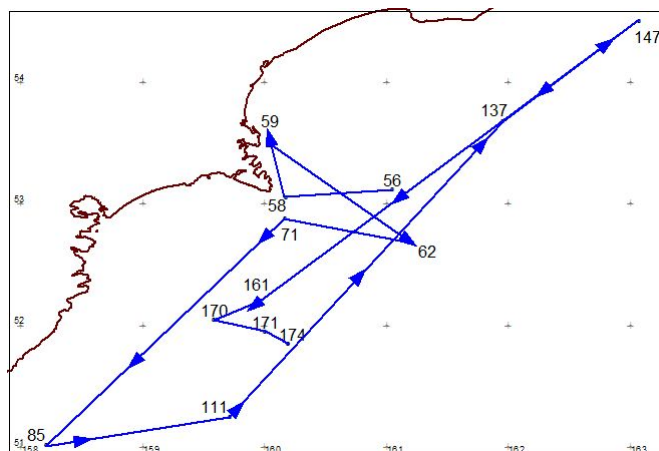


Рис. 4. Цепь №56 (13 событий)

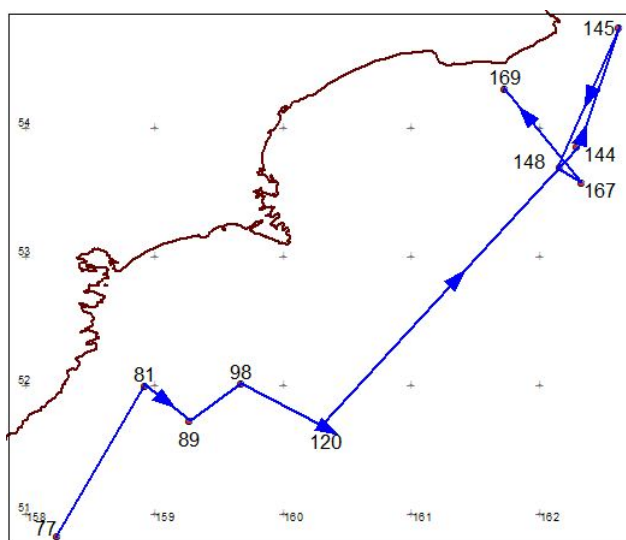


Рис. 5. Цепь №77 (10 событий)

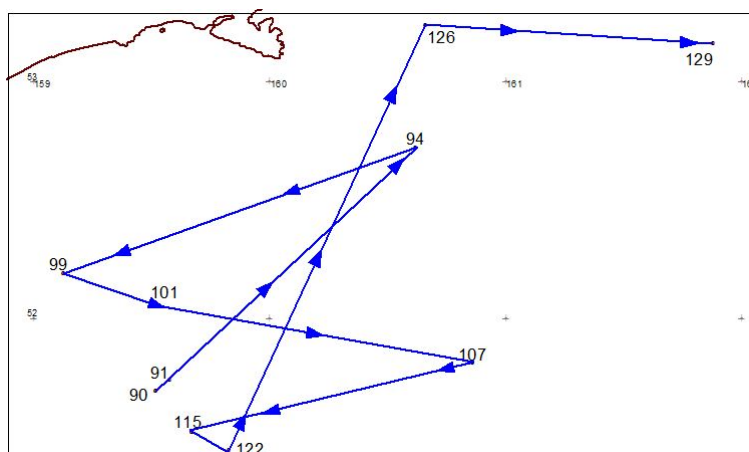


Рис. 6. Цепь №90 (10 событий)

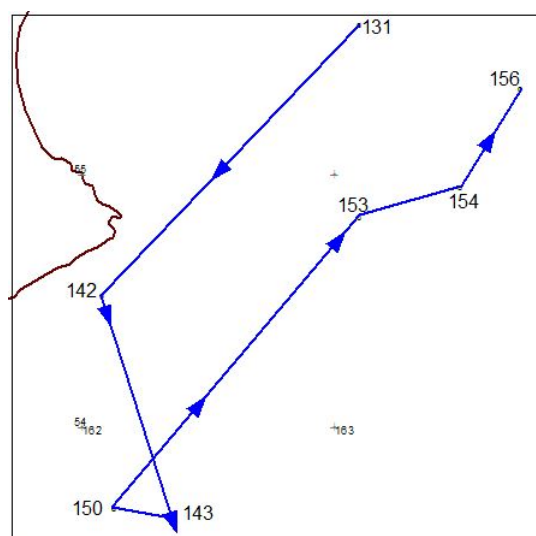


Рис. 7. Цепь №131 (7 событий)

Проведём исследование на устойчивость алгоритма. Рассмотрим три выборки:

- 1) выборка I – исходная из 221 события;
- 2) выборка II – выборка, полученная из исходной удалением первой трети событий (рассматриваются события с номерами 74–221);
- 3) выборка III – выборка, полученная из исходной удалением первой половины событий (рассматриваются события с номерами 111–221).

При каждом изменении начальных условий, т.е. для выборок II и III, построим цепи связанных событий и сравним результаты с цепями, полученными из исходной выборки.

На рис. 8–13 представлены полученные цепи. Серым цветом на рисунках выделены звенья, которые не совпадают в цепях, полученных из заданных выборок; зелёным цветом – звенья, совпадающие у цепей, полученных из исходной выборки и выборки II; красным цветом выделены звенья, совпадающие у цепей, полученных из трёх выборок.

Рассмотрим рис. 8–10.

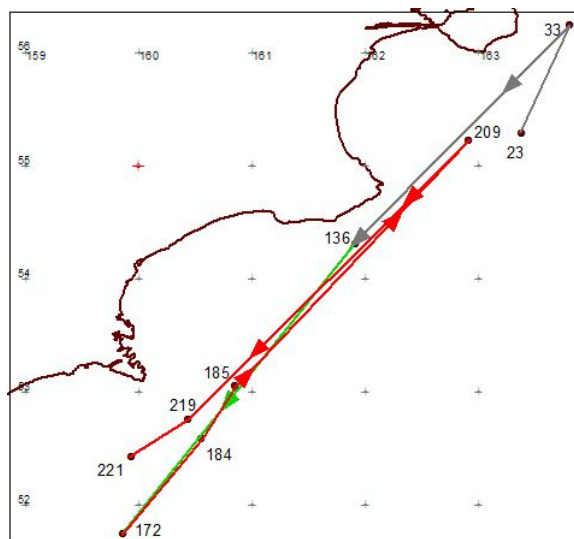


Рис. 8. Цепь №23 исходной выборки из 221 события (10 событий)

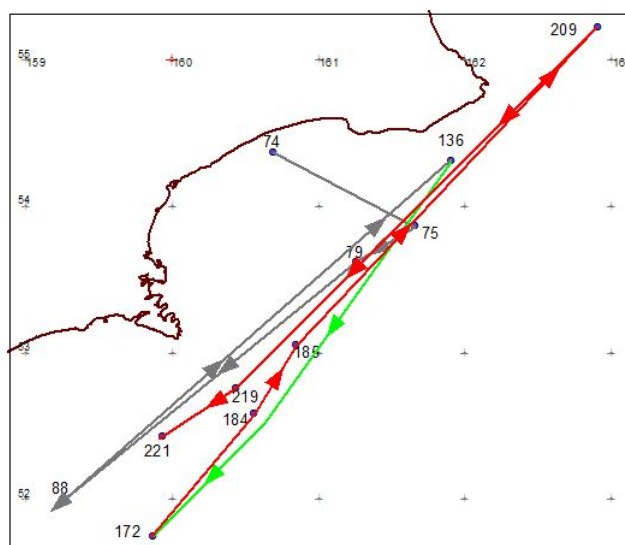


Рис. 9. Цепь №74 выборки II (11 событий)

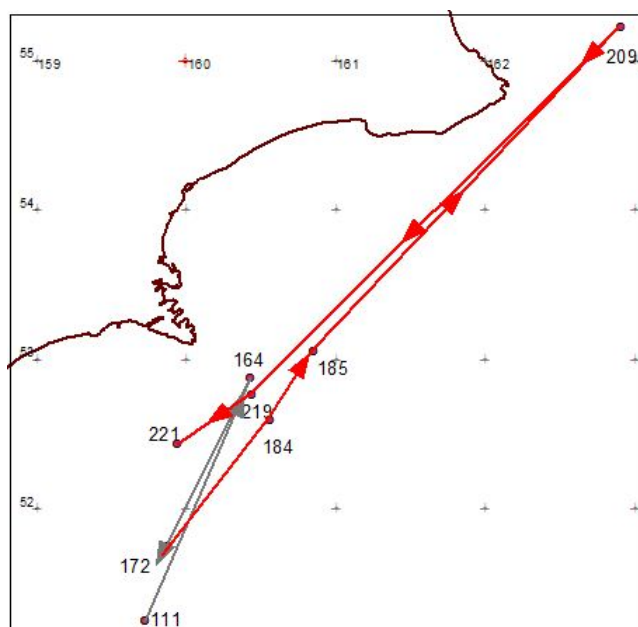


Рис. 10. Цепь №111 выборки III (8 событий)

На рис. 8 и 9 зелёным цветом выделены звенья, совпадающие у цепей, полученных из исходной выборки и выборки II с удалённой первой третью данных, т. е. совпадение начинается с события с номером 136. Красным цветом выделены звенья, совпадающие для всех трёх цепей, полученных соответственно из исходной, II и III выборок (события с номерами 172–221), т. е. совпадение всех трёх цепей начинается с события с номером 172. Таким образом, изменение начальных условий первоначально вызывает случайные блуждания по несовпадающим состояниям, но после прохождения некоторого пути наблюдается приход в *узловое* состояние (в данном случае это событие с номером 172), после которого блуждания начинают повторять путь в цепи, полученной из исходной выборки (рис. 8).

Рассмотрим цепи, изображённые на рис. 11–13.

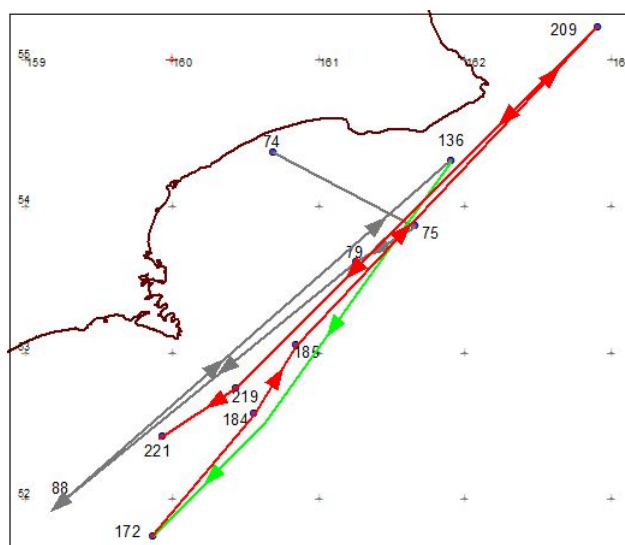


Рис. 11. Цепь №74 выборки II (11 событий)

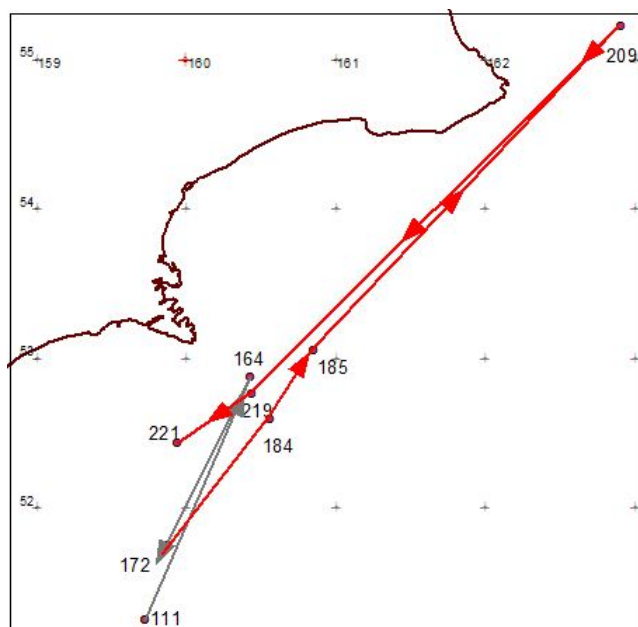


Рис. 12. Цепь №111 выборки III (8 событий)

На рис. 11 и 12 зелёным цветом выделены совпадающие звенья цепей, полученных из исходной выборки и выборки II, т. е. совпадение начинается с события с номером 85. Красным цветом выделены совпадающие звенья цепей, которые получены из исходной выборки, выборки II и III соответственно (события с номерами 147–174), т. е. совпадение начинается с события с номером 147.

В данном случае наблюдается та же картина, что и в предыдущем, а именно, изменение начальных условий приводит первоначально к случайным блужданиям по несовпадающим состояниям, но после прохождения некоторого пути наблюдается приход в *узловое* состояние, после которого блуждания начинают повторять путь в цепи, полученной из исходной выборки (рис. 11). Такими *узловыми* состояниями в приведённых примерах и остальных цепях являются сейсмические события, имеющие наибольшую магнитуду или энергию.

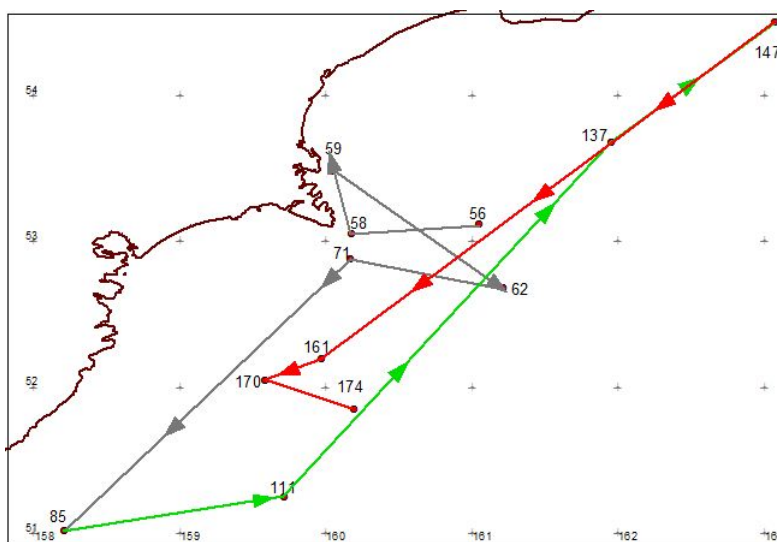


Рис. 13. Цепь №56 исходной выборки из 221 события (13 событий)

Полученные результаты говорят об устойчивости предложенного алгоритма. На основании проведённого исследования можно сделать вывод о том, что полученные цепи связанных сейсмических событий являются цепями Маркова, в которых присутствует память [11]. В каждом случае порядок цепи Маркова меняется.

Заключение

В результате применения алгоритма поиска связанных событий, входящих в выборку из каталога тензоров сейсмических моментов [1], на основании сформулированных критериев с учётом направленности сейсмического процесса были получены цепи, в которые вошли 62% событий выборки, что говорит о существовании памяти во всей системе событий, а значит о немарковости и нелокальности сейсмического процесса в целом.

В сравнении с работой [12] можно отметить увеличение процента связанных событий. Это подтверждает вывод, сделанный в статье [12], что фильтрация каталога приводит к утрате деталей истории сейсмического процесса. Удаление из каталога малых энергетических классов эквивалентно сглаживанию. В данной работе рассмотрены крупные события (магнитуды 4-7), что привело к увеличению числа связанных событий, т.е. с увеличением энергии событий, включаемых в выборку, увеличивается доля связанных событий. Если оставить только самые крупные события в каталоге, то можно предположить, что все они окажутся связанными.

В полученных цепях связанных событий наблюдаются особенности блужданий, выражающиеся в смене режимов блужданий, где близкие корреляции сменяются дальними, как по времени, так и по пространству. Такая смена режимов может характеризовать пластический процесс, развивающийся в рассматриваемом регионе, что подробно обсуждалось в работе [12].

Особую благодарность хотим высказать Николаю Ивановичу Селиверстову за предоставленную возможность использования карты Камчатки, созданной им на базе ArcView Gis 3.1, и Нину Володаровну Черневу за помощь в использовании программы.

Библиографический список

1. Global CMT Web Page [Электронный ресурс]. URL:<http://www.globalcmt.org/>)
2. Hanks C., Boore D. M. Moment-Magnitude Relations in Theory and Practice // Journal of geophysical research. 1984. № 7. P. 6629-6235.
3. Kagan Y.Y. Observational evidence for earthquakes as nonlinear dynamic process // Physica D. 1994. V. 77. P. 160-192.
4. Shevtsov B.M., Sagitova R.N. Statistical analysis of seismic processes on the basis of the diffusion approach // Doklady Earth Sciences. 2009. T. 426. №1. P. 642-644.
5. Аки К., Ричардс П. Количественная сейсмология. Теория и методы. М.: Мир, 1983. Т. 1. 519 с.
6. Голицын Г.С. Место закона Гутенберга – Рихтера среди других статистических законов природы. Проблемы динамики литосферы и сейсмичности // Вычислительная сейсмология. 2001. вып. 32. С. 138-161.
7. Гольдин С.В. Дилатансия, переупаковка и землетрясения // Физика Земли. 2004. вып. 10. С. 37-54.
8. Добровольский И.Р. Математическая теория подготовки и прогноза тектонического землетрясения. М.: Физматлит, 2009. 236 с.
9. Попова А.В., Шереметьева О.В., Сагитова Р.Н. Анализ параметров выборки данных Global CMT catalog для построения статистической модели сейсмического процесса на примере зоны субдукции Курило-Камчатской островной дуги // Вестник КРАУНЦ. Физ.-мат. науки. 2012. № 2. С. 23-32.
10. Ризниченко Ю.В. О сеймотектоническом течении горных масс. Динамика земной коры. М.: Наука, 1965. С. 56–63.
11. Тихонов В.И., Миронов М.А. Марковские процессы. М.: Сов. радио, 1977. 488 с.
12. Шевцов Б.М., Сагитова Р.Н. Диффузионный подход в статистическом анализе сейсмичности Камчатки // Вулканология и сейсмология. 2012. № 2. С. 56–66.

Поступила в редакцию / Original article submitted: 10.05.2013

УДК 519.254

ФАЗОВЫЙ АНАЛИЗ ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ПОЛЕЙ

Паровик Р.И.^{1,2}, Фирстов П.П.^{1,3}

¹ Институт космофизических исследований и распространения радиоволн ДВО РАН, 684034, Камчатский край, с. Паратунка, ул. Мирная, 7

² Камчатский государственный университет имени Витуса Беринга, 683032, г. Петропавловск-Камчатский, ул. Пограничная, 4

³ Камчатский филиал геофизической службы РАН, 683036, г. Петропавловск-Камчатский, бульвар Пийпа, 9

E-mail: romanparovik@gmail.com

В работе рассмотрен один из этапов предпрогнозного анализа временных рядов, основанный на разложении их фазового портрета по квазициклам на примере временного ряда объемной активности радона (ОА Rn).

Ключевые слова: фазовый портрет, квазициклы, временной ряд, габаритный прямоугольник

© Паровик Р.И., Фирстов П.П., 2013

MSC 37M10

PHASE ANALYSIS OF TIME SERIES OF GEOPHYSICAL FIELDS

Parovik R.I.^{1,2}, Firstov P.P.^{1,3}

¹ Institute of Cosmophysical Researches and Radio Wave Propagation Far-Eastern Branch, Russian Academy of Sciences, 684034, Kamchatskiy Kray, Paratunka, Mirnaya st., 7

² Kamchatka State University by Vitus Bering, 683032, Petropavlovsk Kamchatskiy, Pogranichnaya st, 4, Russia

³ Kamchtkan experimental and methodical seismological department, Geophysical service RAS, Petropavlovsk-Kamchatskiy, 683036, Pijpa st., 9, Russia.

E-mail: romanparovik@gmail.com

In this paper we consider one of the stages predprognostnogo time series analysis, based on the decomposition of the phase portrait on the example quasicycle time-series radon.

Key words: phase portrait, quasicycles, time series, bounding box

© Parovik R.I., Firstov P.P., 2013

Введение

Известно, что природные временные ряды (ВР), как правило, обладают «памятью» – значение наблюдаемого уровня ВР зависит от значений предшествующих ему уровней, количество которых определяет глубину памяти [1],[2]. Память ВР, в свою очередь, связана с его фрактальной размерностью. Поэтому иногда классические корреляционно-регрессионные модели ВР могут обладать слабой адекватностью и приходится применять другие методы анализа. Количественную оценку глубины памяти ВР можно определить, например, с помощью фрактального анализа (последовательного R/S анализа) или можно использовать теорию нелинейной динамики, исследуя фазовый портрет ВР [3],[4].

В работе рассмотрен фазовый анализ на примере ВР ОА Рп. В качестве наблюдаемых уровней ВР выступают дневные значения ОА Рп за июль 2010 года на станции «Карымшина» (река Карымшина), расположенной на Петропавловско-Камчатском геодинамическом полигоне. Необходимо отметить, что в этот период (30 июля) произошло сильное землетрясение с $M=6.3$ [5].

Методика анализа

Для обозначения этого ВР будем использовать следующую запись $X = \langle x_i \rangle$, где $i = 1, 2, \dots, n$, а $n = 795$ и x_i – значения ОА Рп. Представим ВР графически (рис.1).

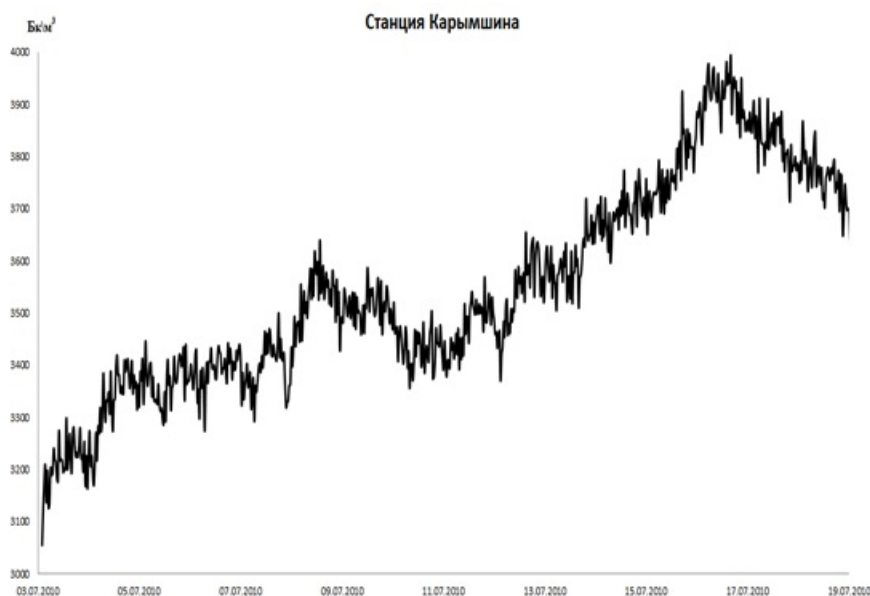


Рис. 1. Временной ряд ОА Рп (ст. Карымшина июль, 2010)

В ходе моделирования ВР с помощью нелинейной динамики возникает вопрос о существовании в его фазовой траектории странного аттрактора. Обычно для ответа на этот вопрос используют различные алгоритмы или тесты: например, вычисление корреляционной размерности, К-энтропии и т.д. Однако эти методы обладают высокой вычислительной сложностью, и поэтому прибегают к графическим методам. Одним из них является тест Гилмора [1] суть, которого заключается в обнаружении неустойчивых квазипериодов в странном аттракторе. Квазипериоды определяются с помощью разложения фазового портрета на квазициклы.

Построение фазового пространства для ВР зависит от его размерности ρ . Размерность должна быть не менее, чем размерность аттрактора наблюдаемого ряда. С другой стороны, размерность аттрактора можно оценить с помощью фрактальной размерности, которая вычисляется по формуле $D = 2 - H$, где H – показатель Херста. Так как показатель Херста удовлетворяет неравенству $0 < H < 1$, то фрактальная размерность $D < 2$ и $\rho = 2$. Поэтому фазовое пространство будет задаваться так: $\Phi(X) = \{(x_i, x_{i+1})\}, i = 1, 2, \dots, n-1$. Для нашего ВР фазовый портрет представлен на рис.2.



Рис. 2. Фазовый портрет ВР ОА RN

Можно заметить, что фазовая траектория для этого ВР имеет тенденцию к возрастанию. Фазовый анализ ВР будет заключаться в разложении его фазового портрета на квазициклы – звенья, соединяющие соседние точки (x_i, x_{i+1}) , (x_{i+1}, x_{i+2}) , при этом большое значение имеет характер их вращения. Начальная и конечная точки квазицикла могут не совпадать. Допускается самопересечения начального и конечного звеньев, если это обеспечивает наилучшее приближение начальной и конечной точек.

В работе было определено 155 квазициклов для ВР X , некоторые из них приведены на рис.3.

На рис.3 представлены некоторые квазициклы ВР с габаритными прямоугольниками (числами отмечены уровни ВР, входящие в соответствующие квазициклы), точки пересечения их диагоналей определяют центры вращения соответствующих квазициклов, а значения точек – направление вращения.

В большинстве случаев квазициклы вращаются по часовой стрелке (рис.3), но существуют квазициклы с вращением против часовой стрелки. Как показали несложные расчеты, их доля составляет около 13%. Необходимо отметить, что большинство таких «аномальных» квазициклов имеют длину равную 3, т.е. минимальную глубину памяти.

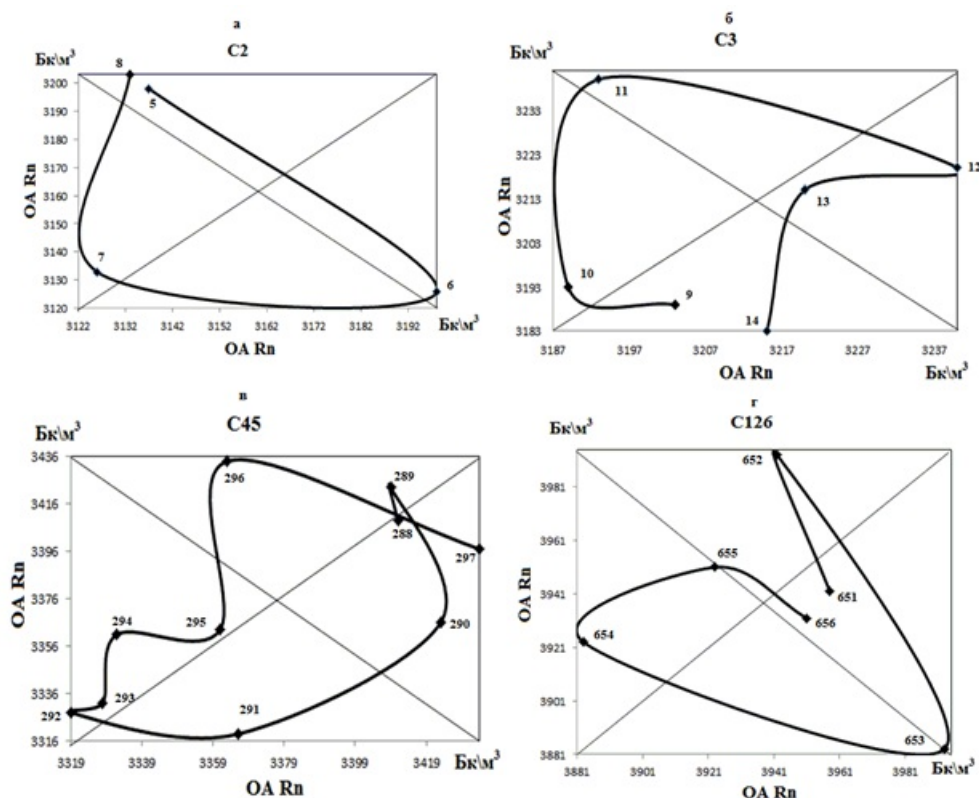


Рис. 3. Некоторые квазициклы фазового портрета ВР: а – 2-й квазицикл длиной 4; б – 3-й квазицикл длиной 6; в – 45-й квазицикл длиной 10; г – 126-й квазицикл длиной 6

На рис. 4 представлено распределение частот длин квазициклов фазового портрета ВР.

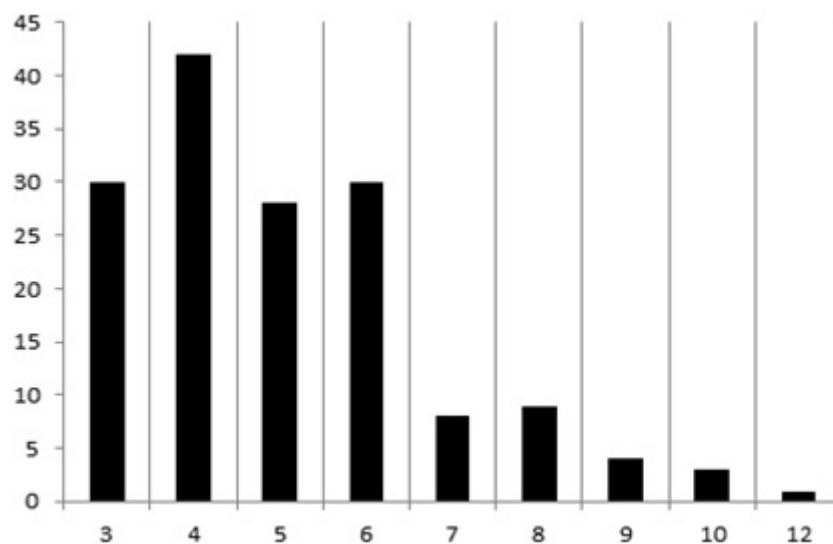


Рис. 4. Гистограмма частот длин квазициклов фазового портрета ВР

Как следуют из рис. 4, в фазовом портрете ВР преобладают квазициклы длиной 3, 4, 5 и 6, что указывает на устойчивые эффекты памяти ВР. Следуя работе

[4], рассмотрим дрейф центров квазициклов (рис. 5а), а также их полупериметров габаритных прямоугольников (рис. 6).

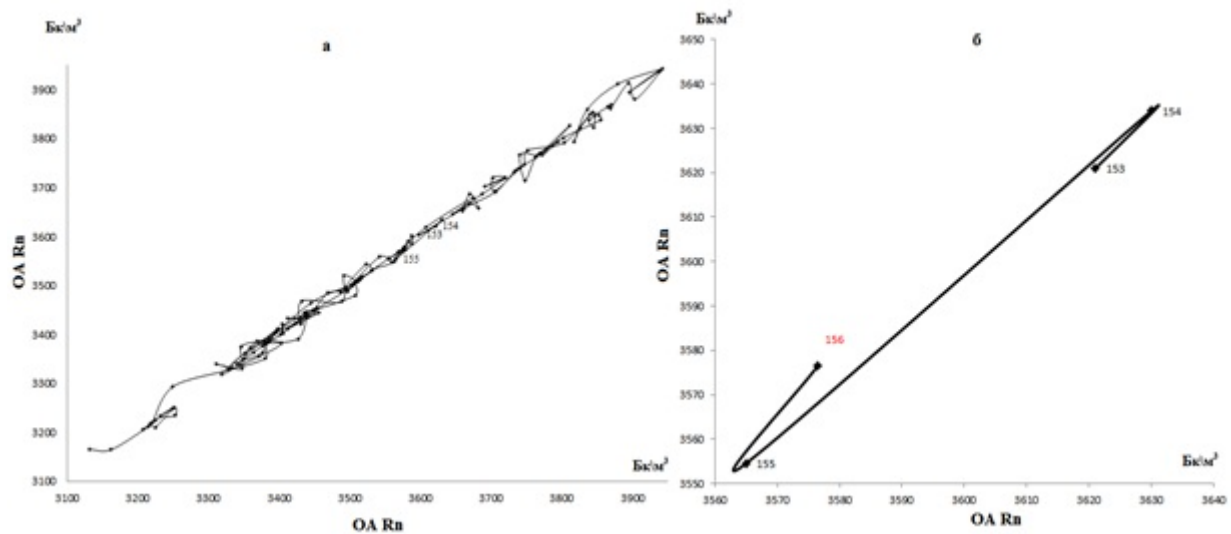


Рис. 5. Фазовая траектория дрейфа центров квазициклов фазового портрета ВР (а) и ее фрагмент со следующим наблюдаемым уровнем (б)

Из рис. 5а можно сделать вывод о том, что координаты центров квазициклов возрастают и убывают, при этом их дрейф происходит вдоль биссектрисы координатного угла. Например, траектория 153-154-155, здесь значения определяют номера центров квазициклов фазового портрета ВР.



Рис. 6. Динамика полупериметров габаритных прямоугольников квазициклов фазового портрета ВР (а) и их фазовая траектория (б)

На рис. 6а представлена кривая изменения полупериметров габаритных прямоугольников квазициклов, числами отмечены некоторые максимальные и минимальные значения. Можно отметить, что максимальные значения полупериметров в основном приходятся на квазициклы с большей глубиной памяти, а минимальные значения – с меньшей глубиной памяти.

Например, для квазицикла C_{118} глубина памяти составляет 6 значений, а значение полупериметра габаритного прямоугольника – 313; для квазицикла C_{86} глубина памяти – 8, а значение полупериметра – 308; для квазицикла C_{133} глубина памяти – 3, значение полупериметра – 44; для квазицикла C_{41} глубина памяти – 3, значение полупериметра – 49.

Фазовый портрет полупериметров квазициклов (рис. 6б) содержит странный аттрактор, что соответствует хаотическому процессу.

В результате предпрогнозного анализа ВР ОА Рп можно сделать следующие выводы:

1. Дрейф центров квазициклов происходит вдоль биссектрисы координатного угла.
2. Большинство квазициклов вращаются по часовой стрелке (87%), а квазициклы с аномальным вращением имеют минимальную глубину памяти, равную 3-м значениям.
3. Квазициклы фазового портрета ВР в основном обладают памятью глубиной 4, 5, 6 значений. Последний квазицикл в разложении фазового портрета ВР является завершенным (рис. 7а).

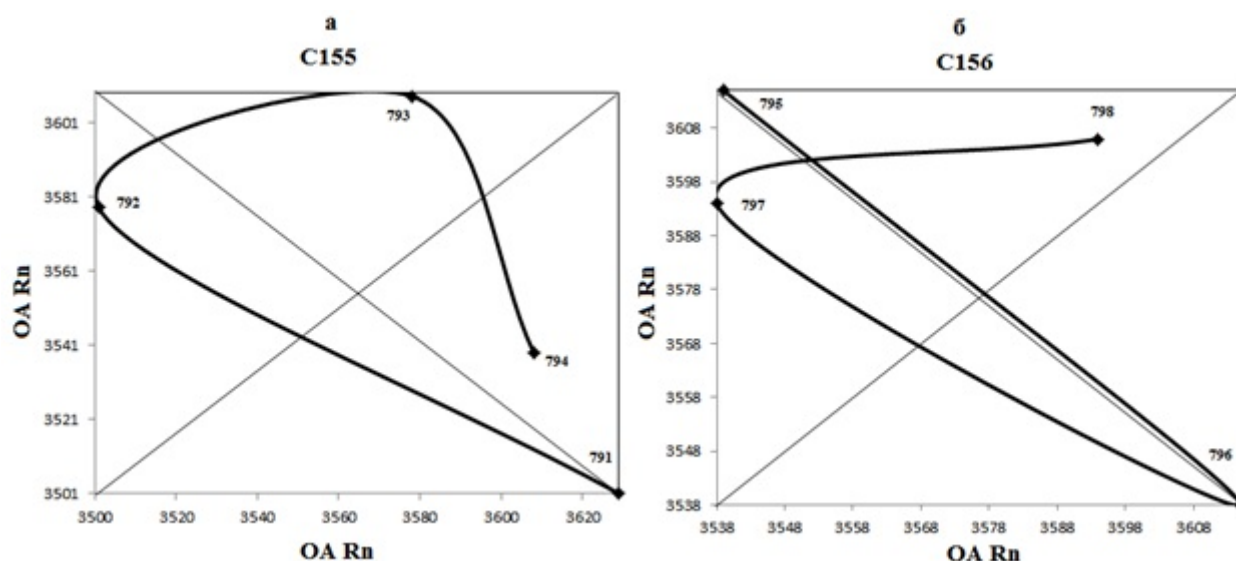


Рис. 7. Квазициклы фазового портрета ВР ОА Рп: а – последний завершённый 155-й квазицикл; б – следующий 156-й квазицикл

Согласно представленным выше выводам можно, сделать рекомендации по прогнозу следующего уровня ВР ОА Рп x_{n+1} :

1. Звено (x_n, x_{n+1}) будет принадлежать квазициклу, который вращается вокруг своего центра по часовой стрелке.
2. Габаритный прямоугольник такого квазицикла согласно рис.6а будет несколько уменьшен.
3. Центр квазицикла будет смещен по направлению к центру 153-го квазицикла.

Следовательно, значение x_{n+1} очередного уровня ВР должно быть больше значения x_n . Действительно для следующего реального значения ОА Рп центр нового 156-го квазицикла смещен к центру 153-го квазицикла, а его полупериметр составит 154 (рис. 5б и 7б). Последнее значение ОА Рп из рассматриваемого ряда $x_n = 3539$ Бк/м³, а следующее за ним – $x_{n+1} = 3615$ Бк/м³.

Заключение

В работе был рассмотрен фазовый анализ ВР ОА Рп, в результате которого мы выдвинули рекомендации относительно следующего наблюдаемого уровня ВР, а также проверили эти рекомендации для следующего реального значения ОА Рп.

Фазовый анализ указывает направление в динамике ВР, поэтому считается предпрогноznым методом. Однако существуют другие предпрогнозные методы: фрактальный анализ и метод нечетких множеств. Поэтому для уточнения результатов исследования ВР есть определенный смысл в их использовании.

С другой стороны, фазовый анализ ВР может дополнить известные классические регрессионно-корреляционные методы исследования ВР, что даст еще больше информации об их динамике с целью прогнозирования сильных землетрясений на Камчатке.

Библиографический список

1. Петерс Э. Хаос и порядок на рынках капитала. Новый аналитический взгляд на циклы, цены и изменчивость рынка. М.: Мир, 2000. 333 с.
2. Hurst H.E. Long Term Storage Capacity of Reservoirs // Transactions of the American Society of Civil Engineers. 1951. V. 116. P. 770-799.
3. Перепелица В.А., Попова Е.В. Фрактальный анализ поведения природных временных рядов // Современные аспекты экономики. 2002. № 9(22). С.185-200.
4. Овчаренко Н.Ф., Джашеева Ф.М. Фазовый анализ экономического временного ряда инвестиций в основной капитал региона // Современные проблемы науки и образования. 2006. №2. С. 16-20.
5. Паровик Р.И., Фирстов П.П., Макаров Е.О. Математическое моделирование объемной активности радона с целью изучения сейсмической активности в районе Южной Камчатки // Доклады АМАН. 2012. Т. 14. №2. С. 60-67.

Поступила в редакцию / Original article submitted: 20.04.2013

УДК 550.34

**ПОСТРОЕНИЕ УТОЧНЕННОЙ МОДЕЛИ УРАВНЕНИЯ
МАКРОСЕЙСМИЧЕСКОГО ПОЛЯ ДЛЯ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ
КУРИЛО-КАМЧАТСКОГО РЕГИОНА.
ИНТЕРПОЛЯЦИОННЫЙ И РЕГРЕССИОННЫЙ ПОДХОДЫ**

Соломатин А.В.

Институт вулканологии и сейсмологии ДВО РАН, 683036,
г. Петропавловск-Камчатский, бульвар Пийпа, 9
E-mail: alf110111@gmail.com

В работе предложены интерполяционная и регрессионная модели классического вида уравнения макросейсмического поля для землетрясений Курило-Камчатского региона. Предложенные модели существенно расширяют область применимости используемой в настоящее время зависимости, имеют относительно высокую точность и в значительной степени свободны от систематических ошибок в широком диапазоне магнитуд и гипоцентральных расстояний.

Ключевые слова: сейсмичность, землетрясение, макросейсмическое поле, сейсмическая опасность

© Соломатин А.В., 2013

MSC 86A15

**THE REFINED MODEL OF THE MACROSEISMIC FIELD FOR THE
KURILE-KAMCHATKA REGION EARTHQUAKES EQUATION DEFINITION.
INTERPOLATION AND REGRESSION APPROACHES**

Solomatina A.V.

Institute of Volcanology and Seismology FEB RAS, 683036, Petropavlovsk-Kamchatsky,
Piip st., 9, Russia
E-mail: alf110111@gmail.com

In this work the interpolation and regression models of the macroseismic field classical type dependence are offered for the Kurile-Kamchatka region earthquakes. The given models essentially expand the region of the dependence now in use applicability, have the relatively high accuracy and are to a considerable degree free from constant biases in the magnitudes and the hypocentral distances wide range.

Key words: seismicity, earthquake, macroseismic field, seismic hazard

© Solomatina A.V., 2013

Введение

Прогноз землетрясений и интенсивности их воздействия являются важнейшими практическими задачами сейсмологии. Решение этих задач необходимо, прежде всего, для рационального обоснования инженерных решений по строительству и сейсмоусилению в сейсмоопасных районах. Цель настоящей работы – решение задачи прогноза интенсивности сейсмического воздействия сильных курило-камчатских землетрясений по их величине и удаленности. Список работ, касающихся данной темы, как и все ее аспекты, весьма обширен. Ниже приведены лишь самые общие сведения, необходимые для понимания сути решаемой задачи.

Сейсмическое воздействие определяется целым рядом факторов (ускорение, скорость и амплитуда колебаний поверхностного слоя, различного рода его нарушения, в том числе и в виде неоднородных остаточных смещений и др.) [1]. Хотя эти факторы, которые можно считать элементарными, и поддаются по отдельности инструментальным измерениям, учет всего их комплекса при оценке сейсмического воздействия является крайне сложной задачей.

Наряду с инструментальными измерениями сейсмических воздействий землетрясений, активно развивающимися в настоящее время, широко используются их оценки по макросейсмическим шкалам. Такие оценки связаны с достаточно сильным обобщением наблюдений, обычно не связанных с инструментальными. Именно комплексность учета множества элементарных факторов сейсмического воздействия, а также обобщающий и наглядный характер оценок являются основными преимуществами макросейсмических шкал.

Вторым немаловажным фактором, определяющим использование макросейсмических шкал, является накопленный сейсмологический материал, в том числе относящийся к доинструментальному периоду. В наибольшей степени это относится к таким важным случаям, как воздействие относительно редких сильнейших (с магнитудой M около 8 и более) землетрясений, а также к редким случаям предельно высоких его значений.

Основой оценок макросейсмического воздействия в России является шкала MSK-64. Имеется также ее модификация – шкала MMSK-86 [1]. Оценки по шкале макросейсмической интенсивности широко применяются, прежде всего, для целей массового строительства [2].

Для определения степени воздействия землетрясений обычно используются различного рода обобщенные модели, так как построение такой модели в ее полном виде является крайне трудной задачей учета целого комплекса малоизученных факторов, относящихся к образованию, распространению сейсмического воздействия, а также к реакции на него.

В связи с этим необходимо отметить важный метод – построение и анализ вероятных сценариев сейсмического воздействия с достаточно жестко заданными параметрами очагов вероятных землетрясений, выбранными на основе некоторых дополнительных предположений. Такой метод в сочетании с глубоким анализом результатов, к которому в данном случае предъявляются повышенные требования, может применяться при решении наиболее ответственных задач. В качестве примера такой работы для оценки сейсмической опасности в районе г. Петропавловск-Камчатский можно привести статью [3].

Более простая, классическая, модель сейсмического воздействия связывает чаще всего три достаточно простых параметра: магнитуду землетрясения M , гипоцен-

тральное расстояние в точке наблюдения R (по замечанию Ф.Ф. Аптикаева несколько лучшей в настоящее время оценкой удаленности очага, чем гипоцентрального расстояния, является расстояние до его ближайшей точки) и оценку интенсивности воздействия I .

Существует множество моделей такого рода в виде уравнений макросейсмического поля: $f(I, M, R)$. При их построении используются следующие понятия:

- интенсивность сейсмического воздействия в ближней (очаговой) зоне как функция магнитуды (энергии) землетрясения;
- функция на основе удаленности очага, определяющая закон ослабления сейсмического воздействия;
- условия в месте регистрации воздействия.

В качестве поправок могут быть учтены и дополнительные факторы, например, в качестве следующего приближения Ф.Ф. Аптикаев рассматривает выделение трех характерных зон гипоцентральных расстояний R . В работе [4] в качестве дополнительного фактора сейсмического воздействия рассматривается протяженность (и потенциально сложное строение) очага землетрясения.

Наиболее распространенными классическими моделями уравнений макросейсмического поля являются выражения следующего вида [5], [6] форма Блейка – Шебалина:

$$I(R) \sim \Phi_1(M) - c \lg(R), \quad (1)$$

и форма Ковеслигети – Шебалина:

$$I(R) \sim \Phi_2(M) - c \lg(R) - qR. \quad (2)$$

К виду (2) относится уравнение макросейсмического поля, предложенное С.А. Федотовым и Л.С. Шумиловой для оценки сейсмического воздействия камчатских землетрясений [7] и, с некоторыми уточнениями, используемое для данного региона в настоящее время [4]:

$$I(R) \sim 1.5 \cdot M - 2.63 \cdot \lg(R) - 0.0087R. \quad (3)$$

Формально к виду (1) относится выражение, предложенное М.А. Садовским [8]

$$\lg(R) \sim 0.32 \cdot M - 0.25 \cdot I. \quad (4)$$

Важно отметить, что похожая зависимость ($\lg(R) \sim 0.33M$) на основе теории подобия предложена и Ф.Ф. Аптикаевым.

В качестве основного результата в данной статье предполагается получение уточненной, с учетом ряда выявленных закономерностей, зависимости $I = f(M, R)$ для Курило-Камчатского региона, основным источником сейсмической опасности, в пределах которого является Курило-Камчатская сейсмогенная зона.

Для регуляризации данных, а также для предварительных оценок вида окончательной регрессионной модели применяется интерполяционная сеточная модель.

Интерполяционный подход. Подбор коэффициентов опорной функции, оценка точности модели

Под интерполяционным подходом уточнения модели уравнения макросейсмического поля понимается использование метода определения макросейсмической интенсивности I_0 в некоторой заданной точке (M_0, R_0) на основе наблюдений I_i в

точках (M_i, R_i) , находящихся в ограниченной области возле нее в гипотетической плоскости (M, R) : $(M_0 \pm \Delta M, R_0 \pm \Delta R)$.

Идея данного подхода достаточно очевидна. В частности, в техническом руководстве по использованию сейсмологического программного продукта ShakeMap [9] используется понятие *phantom stations* – регулярной сетки, узлы которой находятся на расстоянии в несколько десятков километров друг от друга. Для данных узлов на основании ближайших к ним станций рассчитываются параметры сейсмического воздействия.

Подобная оценка в данной работе производится с помощью интерполяционного выражения:

$$I_0(M_0, R_0) = \frac{\sum_{i=1}^n W_i (I_i + a(M_0 - M_i) - b \lg(R_0/R_i))}{\sum_{i=1}^n W_i}, \quad (5)$$

$$W_i = \exp(-\lg^2(R_0/R_i)/\Delta_R^2) \exp(-(M_0 - M_i)^2/\Delta_M^2). \quad (6)$$

В выражениях (5) и (6) индекс i ($i = 1 \dots n$) определяет наблюдение (I_i, M_i, R_i) . Коэффициенты a и b определяются на основе приближенной линейной зависимости $I(M, R) \sim aM - b \lg(R)$ (в дальнейшем – опорной функции). W_i – весовая функция с постоянными параметрами Δ_R и Δ_M , определяющими скорость ее уменьшения при удалении точки (M_i, R_i) от (M_0, R_0) . Вид весовой функции достаточно произволен, но он должен обеспечивать слабое влияние наблюдений в наиболее удаленных точках. При указанной весовой функции влияние наблюдений за пределами интервала $(M_0 \pm 2\Delta_M, \lg(R_0) \pm 2\Delta_R)$ пренебрежимо мало.

Основным преимуществом интерполяционного подхода является слабая зависимость точности прогноза от вида используемой опорной функции, а также точности определения ее коэффициентов. Иначе данный вид модели в значительной мере свободен от систематических ошибок, возникающих при неудачном выборе моделирующей зависимости. Однако возможности экстраполяции как оценок за пределами области, определяемой имеющимися наблюдениями (I_i, M_i, R_i) (а также, возможно, ее значимо удаленных друг от друга подобластей), при данном подходе напрямую определяются точностью задания опорной функции.

Вторым преимуществом интерполяционного подхода является его очевидные простота, наглядность и легкость переносимости в другие сейсмоопасные регионы.

В работе использовались данные макросейсмических наблюдений [10] за период 1900–1975 гг. и относящиеся к Курило-Камчатскому региону. Всего использовалось 527 наблюдений для 224 землетрясений данного региона с магнитудами 5.5–8.5.

Для этих данных эмпирически была подобрана следующая опорная функция:

$$I(M, R) \sim 1.28 \cdot M - 3.25 \cdot \lg(R). \quad (7)$$

Уместно заметить, что коэффициенты подобранной опорной функции оказались приближенно соответствующими коэффициентам обращенного выражения (4), которые рассматривались наряду с коэффициентами выражения (3) как наиболее вероятные. Результаты проверки модели (5) на основе данной функции состоят в следующем: величина ошибки прогноза $\sigma = 1.01$ при $\Delta_R = 0.2$ и $\Delta_M = 0.15$. Такую точность можно считать достаточно высокой (для модели (3) соответствующая точность определяется величиной 1.38).

Для диапазона магнитуд $M = 7.5-8.5$ и в области гипоцентральных расстояний 70–330 км точность модели (5) – 0.77 (против 0.61 для модели (3)). Однако модель (3) в отличие от модели (5) вне указанной области магнитуд и гипоцентральных расстояний имеет существенные *систематические* ошибки (рис. 1 и 2).

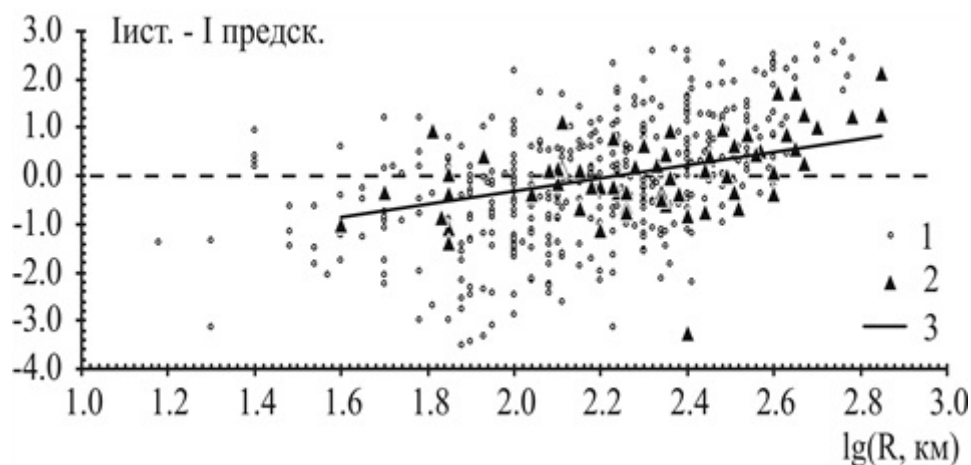


Рис. 1. График ошибок определения значений интенсивности сейсмического воздействия I на основе модели (3) как функция гипоцентрального расстояния R : 1 – для землетрясений с магнитудой $M < 7.5$; 2 – для землетрясений с $M \geq 7.5$; 3 – оценка линейного тренда ошибок для землетрясений с $M \geq 7.5$

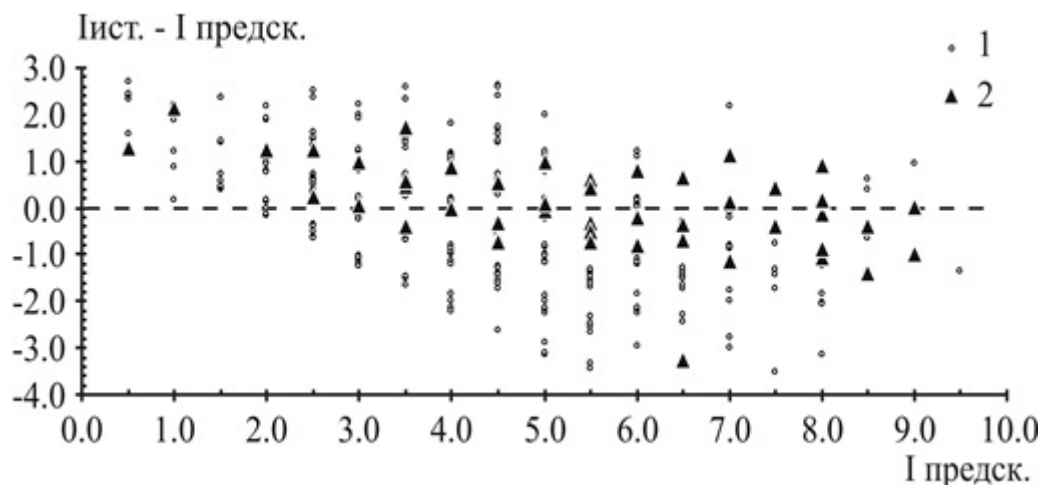


Рис. 2. График ошибок определения значений интенсивности сейсмического воздействия I на основе модели (3) как функция ее предсказанных значений: 1 – для землетрясений с магнитудой $M < 7.5$; 2 – для землетрясений с $M \geq 7.5$

Все сказанное выше указывает на высокую эффективность применения интерполяционного подхода в качестве одного из возможных методов оценки макросейсмического эффекта землетрясений Курило-Камчатского региона.

Применение интерполяции для построения регулярной сетки макросейсмических данных. Получение данных для построения регрессионной модели

Как указано выше, модель (5) при использовании опорной функции (7) имеет достаточно высокую точность при условии, что величины $|\lg(R) - \lg(R_0)|$ и $|M - M_0|$ не превышают значения 0.2–0.4 и 0.15–0.3, соответственно. Этот факт позволяет преобразовать нерегулярные данные в диапазоне $R = 50\text{--}500$ км и $M = 5.75\text{--}8.5$ в регулярную сетку $I(M_i, R_i)$ с точностью I сопоставимой (за счет усреднения по нескольким точкам) с той, которая была получена при прямых наблюдениях. Такое преобразование облегчает предварительный анализ перед построением регрессионной модели.

Указанные выше макросейсмические данные для Курило-Камчатского региона были приведены с помощью модели (5) на основе опорной функции (7) к сетке с шагом $\Delta \lg(R) = 0.05$, $\Delta M = 0.15$ (рис. 3).

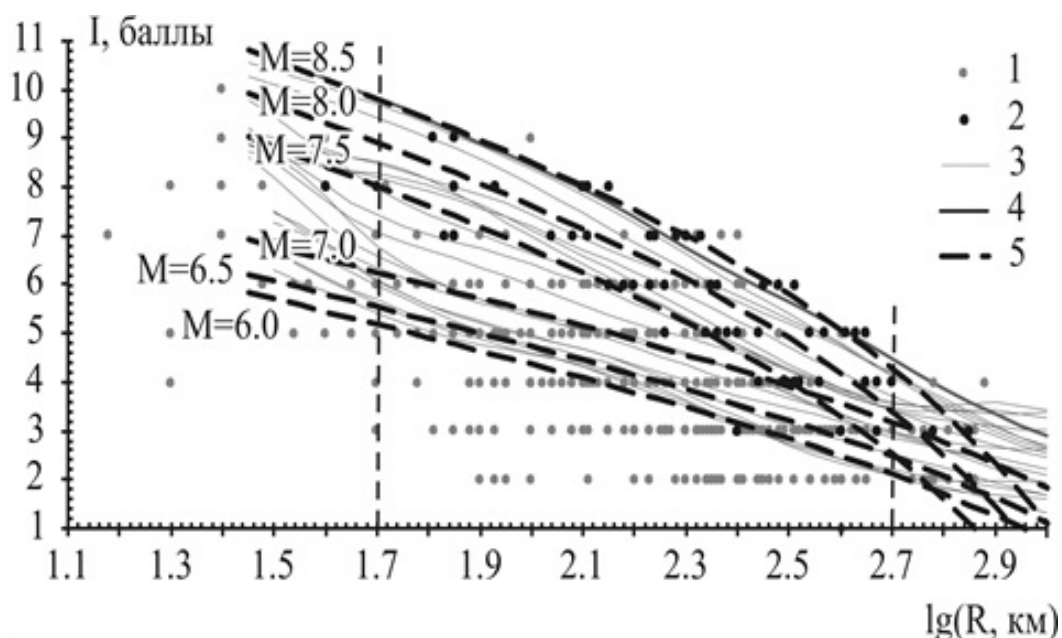


Рис. 3. График изолиний $I(R)$ при различных значениях магнитуды M , полученных методом интерполяции: 1 – проекции на плоскость (I, R) точек (I, R, M) для землетрясений с магнитудой $M < 7.5$; 2 – для землетрясений с $M \geq 7.5$; 3 – изолинии $I(R)$ для разных заданных с шагом 0.15 в диапазоне 5.75–8.3 магнитуд, полученные с помощью интерполяции данных; 4 – изолиния для магнитуды $M = 8.5$; 5 – изолинии $I(R)$ для магнитуд $M = 6.0\text{--}8.5$, полученные на основе регрессионной модели (8), приведенной в следующем разделе. Вертикальные пунктирные линии показывают область, использованную при анализе интерполяционных изолиний

Тонкие серые линии на рис. 3 представляют интерполированные эмпирические зависимости $I(R)$ при различных фиксированных значениях от 5.75 до 8.5 с указанным шагом (за исключением последнего значения – 8.5, изолиния для которого выделена дополнительно).

Указанные изолинии наглядно отражают основное свойство искомой зависимости $I = f(M, R)$: уменьшение скорости ослабления сейсмического воздействия $I = f(R)$ с ростом R при малых магнитудах M .

Второй достаточно очевидный факт – необходимость введения в зависимость $I = f(M, R)$ члена, пропорционального R (по образцу модели (2)).

Менее очевидно сгущение указанных линий при малых магнитудах, означающее уменьшение вклада малых вариаций параметра M в вариацию наблюдаемой интенсивности I , и, кроме того, существенным для дальнейшего является факт плавного хода зависимости $I = f(R)$ при магнитуде $M = 8.5$ (более толстая и самая верхняя изолиния на рис. 3).

Последнее свойство было использовано для оценки изменения скорости ослабления сейсмического воздействия $I(R)$ как функции магнитуд. Вектор значений $I_i = f(R_i)$ при $M = 8.5$, как шаблон предполагаемой в первом приближении формы всех изолиний, был принят в качестве независимой переменной. В качестве зависимой переменной поочередно принимался такой же вектор значений, полученный для других магнитуд. Для оценок использовался только наиболее полный диапазон данных $R = 50\text{--}500$ км ($\lg(R) = 1.7\text{--}2.7$).

Отличия величины наклона получаемой регрессионной зависимости от 1 должны отражать изменения скорости ослабления сейсмического воздействия. Изменения расстояний между значениями $I_{\text{ср.}}(M)$, т.е. для средних точек – $R = 158$ км ($\lg(R) = 2.2$), при разных значениях M должны отражать изменения вклада данного параметра в наблюдаемую интенсивность. Результаты данного построения приведены на рис. 4 и 5.

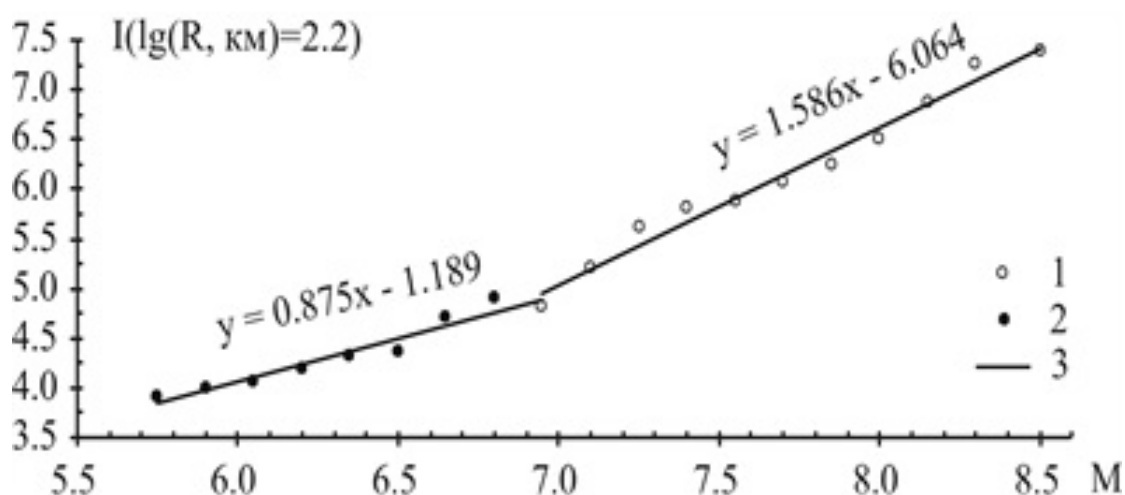


Рис. 4. График значений интенсивности сейсмического воздействия I в средней точке интерполяционных изолиний (рис. 3) при различных значениях магнитуд M : 1 – значения сейсмической интенсивности I для средних точек ($\lg(R) = 2.2$) интерполяционных изолиний (рис. 3) при различных значениях магнитуды M землетрясений с $M \geq 7.0$; 2 – то же для землетрясений с $M < 7.0$; 3 – линии аппроксимации зависимостей для каждого из двух указанных диапазонов

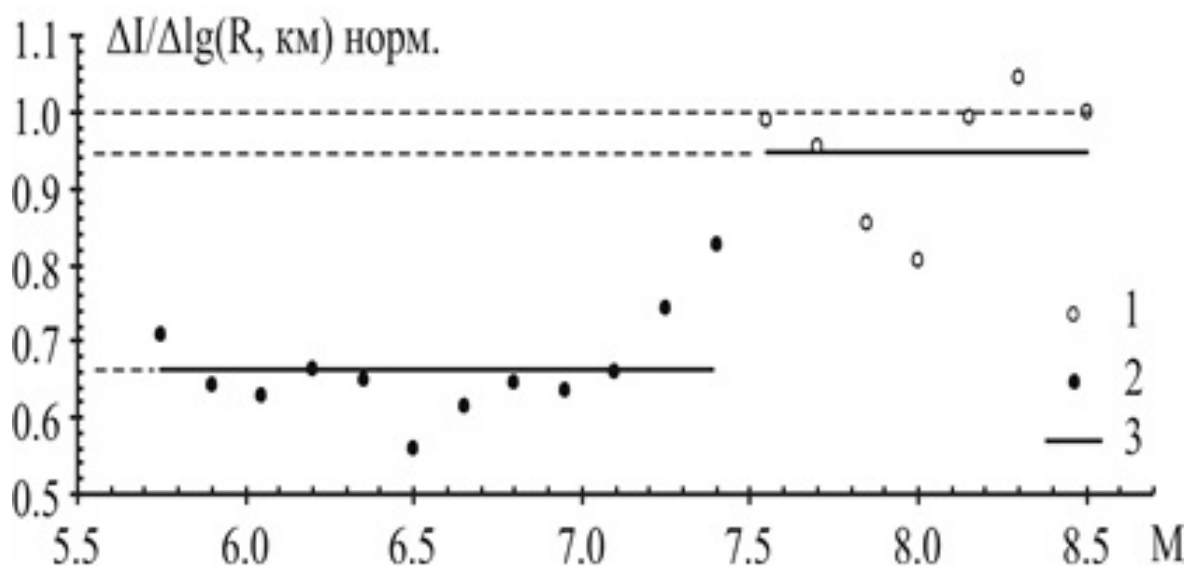


Рис. 5. График относительных скоростей спада интенсивности сейсмического воздействия I при разных значениях магнитуд M : 1 – относительные скорости спада сейсмической интенсивности $I(R)$, полученные на основе интерполяционных изолиний (подробности приведены в тексте) при различных значениях магнитуды M для землетрясений с $M \geq 7.5$; 2 – то же для землетрясений с $M < 7.5$; 3 – линии аппроксимации зависимостей для двух указанных диапазонов. Горизонтальные пунктирные линии продолжают аппроксимации до вертикальной оси

Как и предполагалось, поведение изолиний при больших и малых магнитудах существенно различны. Прежде всего, коэффициент при параметре M в модели вида (3) практически скачком меняется от 0.88 при магнитудах $M < 7.0$ до 1.59 при $M \geq 7.0$ (рис. 4). Скорость ослабления сейсмического воздействия, как наклон изолиний на рис. 3, при магнитудах $M = 7.4-7.5$, практически так же – скачком, падает от 0.88 до $2/3$ по отношению к ее величине при $M = 8.5$ (рис. 5).

Оценить величины коэффициентов при $\lg(R)$ и R в выражении вида (3) для больших и малых магнитуд позволяет осреднение полученных выше данных $I(R)$ в диапазонах магнитуд $M = 7.5-8.5$ и $M = 5.75-7.4$ соответственно.

Для $M = 8.5$ и 5.75 получены следующие аппроксимирующие соотношения (рис. 6):

$$\begin{aligned} I(M = 8.5) &= -4.047 \lg(R) - 0.0041R + 16.97 \\ I(M = 5.75) &= -2.842 \lg(R) - 0.0009R + 10.51. \end{aligned}$$

Полученные результаты отражают значимость выделенных эффектов. Важно, также, что соотношение между коэффициентами при зависимых членах R и $\lg(R)$ является неустойчивым. Можно также отметить некоторое фактическое занижение значений I магнитуд при $M = 8.5$ на расстояниях $R = 300$ км ($\lg(R) = 2.5$) по сравнению с усредненными зависимостями.

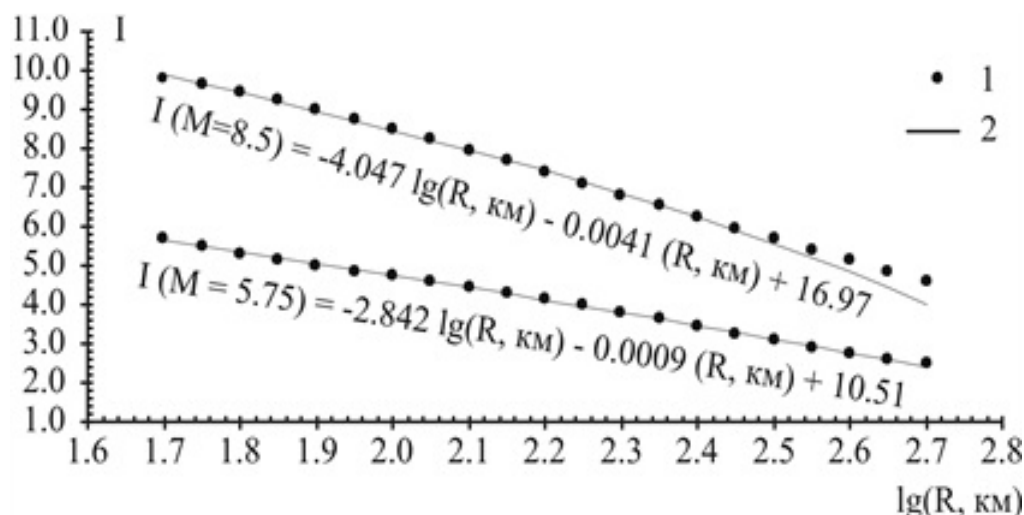


Рис. 6. Усредненные изолинии $I(R)$, приведенные к уровням $M = 5.75$ и $M = 8.5$ и их аппроксимация: 1 – точки усредненных интерполяционных изолиний $I(R)$ (подробности – в тексте); 2 – их аппроксимация.

Необходимо заметить, что приведенные выше построения, хотя и позволяют выявить крайне важные для дальнейшего изложения факты, в целом достаточно схематичны. Развитие приведенного подхода, вероятно, может привести к более детальным и точным оценкам параметров модели макросейсмического поля, однако прямой путь, позволяющий получить на данном этапе модель макросейсмического поля в ее классическом виде, – применение регрессионного анализа.

Построение модели уравнения макросейсмического поля для землетрясений Курило-Камчатского региона на основе регрессионного анализа

Выявленные при предыдущих построениях факты дают необходимые сведения для построения классической модели уравнения макросейсмического поля на основе фиктивных переменных:

$$I = a_1 M_1 + a_2 M_2 + b_1 \lg(R_1) + b_2 \lg(R_2) + c_1 R_1 + c_2 R_2 + d_1 p_1 + d_2 p_2 + e. \quad (8)$$

В данной модели использованы следующие фиктивные переменные:

$M_1 = M$ при $M \geq 6.75$ (уточненное значение) и $M_1 = 0$ в противном случае;

$M_2 = M$ при $M < 6.75$ и $M_2 = 0$ в противном случае;

$R_1 = R$ при $M \geq 7.5$ и $(R_1 = 0; \lg(R_1) = 0)$ в противном случае;

$R_2 = R$ при $M < 7.5$ и $(R_2 = 0; \lg(R_2) = 0)$ в противном случае;

$p_1 = 1$ при $M \geq 6.75$ и $p_1 = 0$ в противном случае;

$p_2 = 1$ при $M \geq 7.5$ и $p_2 = 0$ в противном случае.

Приведенная модель является уточнением модели (2) (а также его частного случая (3), применяемого для Камчатских землетрясений), позволяющим учесть отмеченные в предыдущем разделе факты.

Результат оценки коэффициентов данной модели:

$a_1 = 1.77 \pm 0.30$, $a_2 = 0.72 \pm 0.22$ (коэффициенты при M);
 $b_1 = -3.62 \pm 1.23$, $b_2 = -2.52 \pm 0.36$ (коэффициенты при $\lg(R)$);
 $c_1 = -0.0042 \pm 0.0023$, $c_2 = -0.0012 \pm 0.0008$ (коэффициенты при R);
 $d_1 = -6.99 \pm 2.48$, $d_2 = 2.89 \pm 2.41$ (поправки для двух диапазонов M);
 $e = 5.19 \pm 1.45$ (свободный член).

Коэффициенты, соответствующие различным указанным выше магнитудным диапазонам, очевидно, значимо различаются.

Стандартная ошибка оценок значений сейсмического воздействия I на основе данной модели – 0.97. Для диапазона $M \geq 7.5$ ее величина – 0.62.

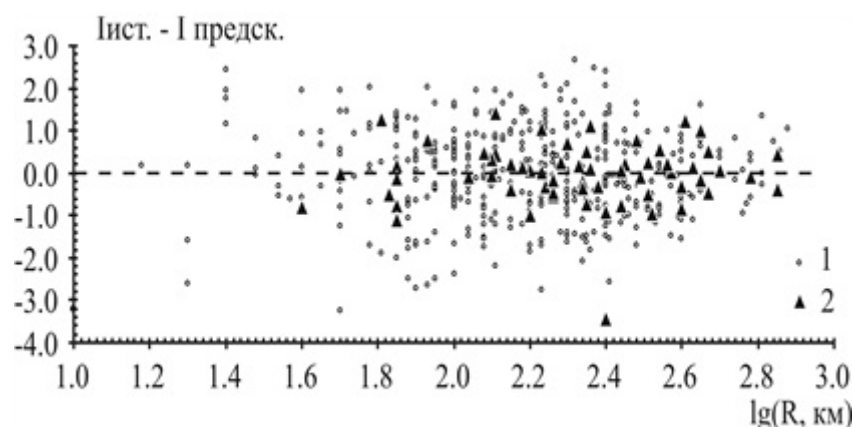


Рис. 7. График ошибок определения значений интенсивности сейсмического воздействия I на основе регрессионной модели (8) как функция гипоцентрального расстояния R : 1 – для землетрясений с $M < 7.5$; 2 – для землетрясений с $M \geq 7.5$

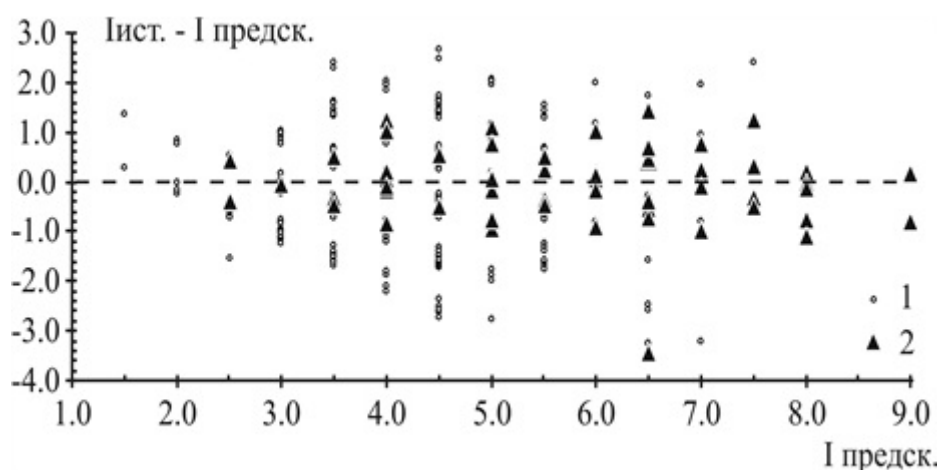


Рис. 8. График ошибок определения значений интенсивности сейсмического воздействия I на основе регрессионной модели (8) как функция ее предсказанных значений: 1 – для землетрясений с $M < 7.5$; 2 – для землетрясений с $M \geq 7.5$

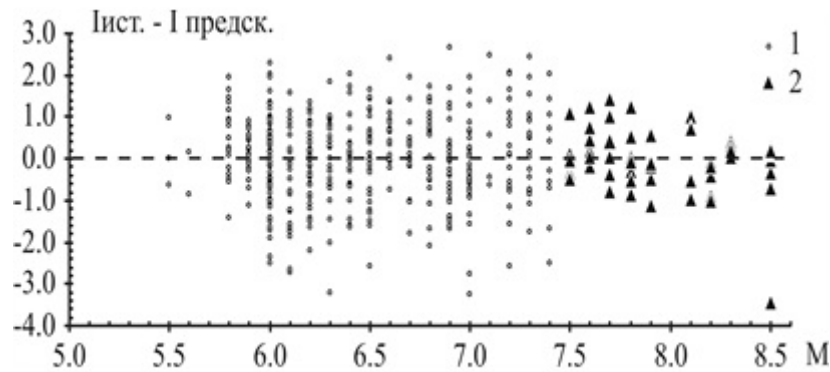


Рис. 9. График ошибок определения значений интенсивности сейсмического воздействия I на основе регрессионной модели (8) как функция магнитуды M : 1 – для землетрясений с $M < 7.5$; 2 – для землетрясений с $M \geq 7.5$

Как видно из рис. 7–9, систематические ошибки данной модели незначимы, и, следовательно, она является наиболее пригодной для прогнозов сейсмического воздействия. Это лучшая модель из всех представленных в настоящей работе.

Изолинии $I(R)$ на основе зависимости (8) для магнитуд $M = 6.0$ – 8.5 нанесены на рис. 3. Сопоставление с изолиниями, полученными методом интерполяции, показывает их хорошее соответствие в диапазоне магнитуд 6.0 – 8.5 , что также служит свидетельством в пользу адекватности представленной регрессионной модели. Обращает на себя внимание очевидный (рис. 3) факт, что на больших расстояниях вследствие разной скорости затухания землетрясения с $M = 7$ и меньше, вероятно, производят больший (по регрессионной модели) или сопоставимый (по интерполяционной модели) сейсмический эффект в сравнении с более сильными: 7.5 – 8.5 . Это относится к сотрясениям с балльностью $I = 4$ и ниже. Такой эффект, по-видимому, связан с неустойчивостью решения для указанного диапазона интенсивностей I .

Отмечен факт заметного разрыва в значениях интенсивностей I на малых ($R < 150$ км) гипоцентральных расстояниях между двумя группами землетрясений: более слабыми ($M \leq 7.0$) и наиболее сильными ($M \geq 7.5$). Можно ожидать, что дальнейшее уточнение модели несколько смягчит указанный разрыв. Тем не менее, важно, что этот факт также указывает на следующую проблему: экстраполяция данных по средним и слабым землетрясениям в область сильнейших, без учета реальных результатов наблюдений по последним, может привести к существенным систематическим ошибкам. На малых расстояниях такие ошибки означают существенное занижение ожидаемой интенсивности (около 1 балла).

Для оценки сейсмического воздействия близких землетрясений с протяженными очагами важно решение вопроса о «насыщении» такого воздействия. Во-первых, как указывает Ф.Ф. Аптикаев, в очаговой зоне ($\lg(R) < 0.33M_S - 1.51$) затухание амплитуды ускорения отсутствует. Во-вторых, на расстояниях порядка размера очага он не может рассматриваться в виде точечного источника, в результате сейсмический эффект на данных расстояниях не является чисто интегральным эффектом всего очага. Подобная модель обсуждается в работе [4] с позиции протяженного очага, имеющего кроме того в потенциале сложное строение.

Полученные в работе данные из-за недостатка наблюдений необходимого диапазона не позволяют уверенно судить как о наличии эффекта насыщения значений I

(их фактического занижения) вблизи очага сильнейшего землетрясения, так и о его отсутствии. Тем не менее, совокупный анализ графиков остатков (рис. 7–9) позволяет предположить, что величина данного эффекта при гипоцентральных расстояниях около 50 км и для магнитуд $M = 8.2–8.5$ может составлять 0.5 балла для землетрясений Курило-Камчатской сейсмогенной зоны.

Обсуждение результатов и выводы

В работе представлены интерполяционная и регрессионная модели классического уравнения макросейсмического поля, существенно расширяющие область применимости используемого в настоящее время, построенного на основе землетрясений Курило-Камчатского региона выражения (3). Предложенные модели в значительной степени свободны от систематических ошибок в широком диапазоне магнитуд Курило-Камчатских землетрясений ($M = 6.0–8.5$) и при гипоцентральных расстояниях от первых десятков до ~ 1000 километров.

Предложенная интерполяционная модель достаточно универсальна, наглядна, устойчива к ошибкам в задаваемых при ее построении параметрах, легко переносима на другие сейсмоопасные регионы. В то же время, она позволяет делать оценки интенсивности сейсмического воздействия I с относительно низкой стандартной ошибкой. Для Курило-Камчатского региона последняя составляет 1.0 (0.77 – для наиболее сильных, $M \geq 7.5$ землетрясений) единицы I .

К недостаткам данной модели можно отнести возможность оценок лишь в тех частях области (M, R), для которых имеются близкие по M и R наблюдаемые значения I . Это несколько (для Курило-Камчатского региона не значимо) сужает область его применимости.

Существенно, что интерполяционная модель позволяет облегчить предварительный анализ данных, позволяя построить более однородный их массив. Это обстоятельство было использовано в работе: данная модель позволила определить значимые скачки параметров искомой регрессионной модели при магнитудах $M \approx 6.8–7.0$ и $M \approx 7.5$.

На основе интерполяционной модели был сделан вывод о возможных значительных систематических ошибках в случае переноса результатов анализа наблюдений, полученных в узком диапазоне магнитуд, за его пределы.

В свою очередь, регрессионная модель, предложенная на основе полученных при анализе интерполяционной модели результатов, позволила уточнить вид линейной модели (3). В результате оказалось возможным оценивать значения функции $I(M, R)$ с большей точностью – со стандартной ошибкой от 0.62 для наиболее сильных ($M \geq 7.5$) курило-камчатских землетрясений и 0.97 – по всей их совокупности в широком диапазоне магнитуд и расстояний.

При использовании полученных в данной работе результатов необходимо учитывать следующие неисследованные эффекты.

1. Вероятно заметное (рис. 3) превышение интерполированной, а также реальной интенсивности по отношению к полученной на основе регрессии на больших (500–1000 км) расстояниях.

2. Использованные данные не позволили судить о наличии или отсутствии эффекта насыщения интенсивности сейсмического воздействия в ближней зоне ($R < 100$

км) протяженных очагов сильнейших ($M \geq 7.7$) землетрясений. Тем не менее, в работе сделана оценка данного эффекта в предположении, что он существует.

Физический смысл выявленных в данной работе эффектов, отличающих полученное решение от классических выражений для уравнения макросейсмического поля, не обсуждается, так как подобное обсуждение потребовало бы существенного углубления теоретической части статьи.

Автор благодарен Ф.Ф. Аптикаеву за важные замечания к данной работе. Они позволили в значительной степени прояснить некоторые теоретические моменты очень непростой темы, что, как ожидает автор, способствовало более четкому изложению материала в целом.

Библиографический список

1. Аптикаев Ф.Ф., Шебалин Н.В. Уточнение корреляций между уровнем макросейсмического эффекта и динамическими параметрами движения грунта // *Вопр. инженер. сейсмологии*. 1988. Вып. 29. С. 98-108.
2. Страхов В.Н., Уломов В.И., Шумилина Л.С. Комплект новых карт общего сейсмического районирования Северной Евразии // *Физика Земли*. 1998. № 10. С. 92-96.
3. Гусев А.А., Шумилина Л.С., Акатова К.Н. Об оценке сейсмической опасности для города Петропавловска-Камчатского на основе набора сценарных землетрясений // *Вестник ОНЗ РАН: электрон. науч.-информ. журн.* 2005. № 1(23). URL: http://www.scgis.ru/russian/cp1251/h_dgggms/1-2005/screp-2.pdf (дата обращения: 24.11.2008).
4. Гусев А.А., Шумилина Л.С. Моделирование связи балл – магнитуда – расстояние на основе представления о некогерентном протяженном очаге // *Вулканоология и сейсмология*. 1999. № 4-5. С. 29-40. (English edition: *Vulc. Seis.* 2000. Vol. 21. P. 443-463).
5. Шебалин Н.В. Методы использования инженерно-сейсмологических данных при сейсмическом районировании // *Сейсмическое районирование СССР*. 1968. С. 95-111.
6. Шебалин Н.В. О равномерности шкалы балльности // *Сейсмическая шкала и методы измерения сейсмической интенсивности*. М.: Наука, 1975. С. 222-233.
7. Федотов С.А., Шумилина Л.С. Сейсмическая сотрясаемость Камчатки // *Изв. АН СССР. Физика Земли*. 1971. № 9. С. 3-15.
8. Садовский М.А. Сейсмика взрывов и сейсмология // *Геофизика и физика взрыва: избр. тр.* М.: Наука, 1999. С. 119-127.
9. ShakeMap® Manual. Technical manual, users guide, and software guide: электрон. версия рук. 2005. URL: <http://pubs.usgs.gov/tm/2005/12A01/pdf/508TM12-A1.pdf> (дата обращения: 22.01.2011).
10. Новый каталог сильных землетрясений на территории СССР с древнейших времен до 1975 г. / отв. ред. Кондорская Н.В., Шебалин Н.В. М.: Наука, 1977. 536 с.

Поступила в редакцию / Original article submitted: 17.05.2013

ИНФОРМАЦИОННЫЕ И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ
УДК 512.24

ОСОБЕННОСТИ МАШИННОГО ИССЛЕДОВАНИЯ ДИСКРЕТНЫХ ГРУПП

А.П. Горюшкин^{1,2}

¹ Камчатский государственный университет имени Витуса Беринга, 683032,
г. Петропавловск-Камчатский, ул. Пограничная, 4

² Филиал Дальневосточного Федерального государственного университета, 683031,
г. Петропавловск-Камчатский, ул. Тушканова, 11/1

E-mail: as2021@mail.ru

В статье демонстрируются особенности машинного исследования внутреннего строения конечных и бесконечных дискретных групп.

Ключевые слова: группа, подгруппа, порядок подгруппы, свободное произведение

© Горюшкин А.П., 2013

INFORMATION AND COMPUTATION TECHNOLOGIES
MSC 18A32

ON SUBGROUPS OF ALMOST AMALGAMATED FREE PRODUCT TWO GROUPS WITH FINITE AMALGAMATED SUBGROUP

A.P. Goryushkin^{1,2}

¹ Kamchatka State University by Vitus Bering, 683032, Petropavlovsk Kamchatskiy,
Pogranichnaya st, 4, Russia

² Branch of the Far Eastern Federal State University, 683031, Petropavlovsk-Kamchatsky,
Tushkanova st., 11/1

E-mail: as2021@mail.ru

The article demonstrates the features of the machine study of the internal structure of finite and infinite discrete groups.

Key words: group, subgroup, the order of the subgroup, free product

© Goryushkin A.P., 2013

Введение

Многие важные для приложений группы порождаются всего лишь двумя элементами. В случае конечности таких групп в отдельных случаях удастся использовать при их изучении компьютерную технику.

При исследовании же бесконечных дискретных групп, порожденных двумя элементами, иногда можно использовать свойства свободного произведения групп с объединенной подгруппой. Строение некоторых дискретных групп такого вида обсуждается в [1] и [2]. В этих работах результаты получены «вручную» без помощи вычислительной техники. Здесь эти результаты проверяются с помощью машинных вычислений и благодаря этому получают некоторые уточнения и обобщения. Кроме того, с помощью техники удастся частично ответить на один вопрос из [3].

Группы G_p с представлением $\langle a, b; a^2=b^p=(ab)^3=(b^r ab^{-2r}a)^2=1 \rangle$

Рассмотрим 2-порожденные группы

$$G_p = \langle a, b; a^2 = b^p = (ab)^3 = (b^r ab^{-2r}a)^2 = 1 \rangle,$$

где $r^2 + 1 \equiv 1 \pmod{p}$. Существование числа r такого, что $r^2 + 1 \equiv 1 \pmod{p}$ для нечетного простого p означает, что $p \equiv 1 \pmod{4}$, и, следовательно, $p \in \{2, 5, 13, 17, 29, \dots\}$.

Для первых двух значений чисел p исследовать группы G_p легко и «вручную». Для $p = 2$ число $r = 1$, и таким образом:

$$G_2 = \langle a, b; a^2 = b^2 = (ab)^3 = (bab^{-2}a)^2 = 1 \rangle.$$

Соотношение $(bab^{-2}a)^2 = 1$ в этой группе превращается в тривиальное. Таким образом:

$$G_2 = \langle a, b; a^2 = b^2 = (ab)^3 = 1 \rangle.$$

Однако для демонстрации возможностей техники покажем, что последнее соотношение следует из первых трех, просто вычислив порядок группы до и после удаления из представления этого соотношения. При машинном исследовании группы будем использовать пакет символьных математических вычислений *Maple*:

```
> with(group):
> G2:= grelgroup({a, b}, {[a, a], [b, b], [a, b, a, b, a, b], [b, a, 1/b, 1/b, a, b, a, 1/b, 1/b, a]}):
> grouporder(G2);
```

6

```
> G20:= grelgroup({a, b}, {[a, a], [b, b], [a, b, a, b, a, b]}); > grouporder(G20);
```

6

Порядок не изменился, поэтому группа задается не четырьмя, а тремя соотношениями, и порядок этой группы равен шести.

Дальнейшие рассуждения излишни: полученное представление принадлежит симметрической группе S_3 .

Впрочем, можно убедиться в этом и явно, используя лишь тот факт, что S_3 порождается двумя транспозициями. Представим группу G_2 подстановками правых смежных классов по подгруппе, порожденной элементом a , и в результате получим изоморфную копию группы G_2 . Эта копия является группой S_3 :

```
> H := subgrel({y = [a]}, G2);
> P2:=permrep(H);
> grouporder(P2);
P2 := permgroup(3, {a = [[2, 3]], b = [[1, 2]]})
```

6

Группа G_2 исследована.

Группа G_5 имеет копредставление:

$$G_5 = \langle a, b; a^2 = b^5 = (ab)^3 = (b^2ab^{-4}a)^2 = 1 \rangle.$$

Снова покажем сначала, что последнее определяющее соотношение следует из трех первых. Сейчас это уже не так очевидно, как для группы G_2 , но с помощью техники устанавливается так же легко:

```
> with(group):
> G5: = grelgroup({a, b}, {[a, a], [b$5], [a, b, a, b, a, b], [b$2, a, 1/b$4, a, b$2, a, 1/b$4, a]}):
> grouporder(G5);
```

60

```
> G50: = grelgroup({a, b}, {[a, a], [b$5], [a, b, a, b, a, b]}): grouporder(G50);
```

60

Порядок группы после удаления последнего соотношения не изменился, а это и означает, что последнее четвертое является следствием первых трех. Таким образом:

$$G_5 = \langle a, b; a^2 = b^5 = (ab)^3 \rangle.$$

Покажем, что группа G_5 изоморфна знакопеременной группе A_5 .

Рассмотрим подгруппу H в A_5 , порожденную двумя подстановками:

$$a = (1\ 2)(3\ 4); b = (1\ 2\ 3\ 4\ 5).$$

Хотя это несложно и «вручную», элемент $ab = (1\ 3\ 5)$ вычислим на компьютере. Заодно найдем порядок группы, порожденной элементами a, b :

```
> H: = permgroup(5, {a = [[1, 2], [3, 4]], b = [[1, 2, 3, 4, 5]]});
> convert([a,b], 'disjunc', H);
```

[[1,3,5]]

```
> grouporder(H);
```

$$H = \text{permgroup}(5, \{a = [[1,2], [3,4]], b = [[1,2,3,4,5]]\})$$

45

60

Итак, подгруппа H группы A_5 совпадает со всей группой A_5 . Кроме того, определяющие соотношения группы G_5 выполняются в группе H . Это значит, что H – гомоморфный образ группы G_5 . Однако обе эти группы состоят из одинакового числа элементов, и, следовательно, гомоморфизм является изоморфизмом.

Таким образом, G_5 изоморфна A_5 . Устройство этой группы тоже несложно; группа G_5 проста.

Для $p = 13$ параметр $r = \pm 5$, и группа G_{13} имеет копредставление:

$$G_{13} = \langle a, b; a^2 = b^{13} = (ab)^3 = (b^5 ab^{-10} a)^2 = 1 \rangle.$$

Сначала вычислим порядок группы G_{13} :

```
> with(group):
> G13:= grelgroup({a, b}, {[a, a], [b$13], [a, b, a, b, a, b], [b$5, a, 1/b$10, a,
b$5, a, 1/b$10, a]});
> grouporder(G13):
```

1092

Для дальнейшего исследования эту группу придется представить подстановками.

В группе G_{13} возьмем подгруппу H , порожденную элементом $aba^{-1}b^{-1}ab$. Подгруппа H не содержит неединичных нормальных подгрупп группы G_{13} , индекс H в G_{13} равен 84. Таким образом, группу G_{13} можно изоморфно представить сдвигами правых смежных классов по H или, другими словами, подстановками 84-й степени:

```
> H := subgrel({y = [a, b, 1/a, 1/b, a, b]}, G13):
> G:= permrep(H);
> grouporder(G);
G := permgroup(84 a = [[1, 2], [3, 4], [5, 32], [6, 55],
```

```
[7, 34], [8, 44], [9, 15], [10, 19], [11, 54], [12, 31], [13, 60],
```

```
[14, 33], [16, 18], [17, 81], [20, 53], [21, 67], [22, 29], [23, 73], [24, 80], [25, 26],
[27, 40], [28, 66], [30, 72], [35, 71], [36, 38], [37, 79], [39, 70], [41, 61], [42, 46],
[43, 56], [45, 62], [47, 57], [48, 50], [49, 82], [51, 58], [52, 68], [59, 69], [63, 65],
[64, 84], [74, 75], [76, 83], [77, 78]],
```

```
b = [[1, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 2, 3], [15, 62, 61, 25, 24, 23, 22, 21, 20,
19, 18, 17, 16], [26, 27, 28, 29, 30, 31, 39, 38, 37, 36, 35, 34, 77], [32, 33, 69, 68, 67,
66, 65, 64, 63, 40, 41, 42, 43], [44, 71, 70, 54, 53, 52, 51, 50, 49, 48, 47, 46, 45], [55,
56, 57, 58, 59, 60, 72, 73, 74, 76, 75, 80, 8]]).
```

1092

Покажем, что группа G_{13} тоже проста. Возможности техники позволяют просто перебрать все ее элементы и проверить, как выглядят нормальные замыкания для каждого элемента. Если окажется, что нормальное замыкание некоторого элемента является нетривиальным нормальным делителем, то исследуемая группа не проста.

Проще всего сделать такой перебор (с большим запасом прочности) случайным образом:

```

> for i from 1 to 10000 do if grouporder
(Normal Closure( permgroup (84, {RandElement(G)}), G))
< 1092 and grouporder (NormalClosure (permgroup(84, {RandElement(G)}),G))
> 1 then print( "G13 не проста") else fi od;

```

Работа программы заканчивается, а надпись «G13 не проста» так и не появилась. Это значит, что группа G_{13} проста.

Теперь пусть $p = 17$, тогда $r = \pm 4$. Копредставление G_{17} имеет вид:

$$G_{17} = \langle a, b; a^2 = b^{17} = (ab)^3 = (b^4 ab^{-8} a)^2 = 1 \rangle.$$

Группа G_{17} содержит 2448 элементов, и ее можно изоморфно представить группой подстановок правых смежных классов по подгруппе $H = \text{gr}(aba)$:

```

> G17:= grelgroup({a, b}, {[a, a], [b$17], [a, b, a, b, a, b], [b$4, a, 1/b$8, a, b$4,
a, 1/b$8, a]}); grouporder(G17);

```

2448

```

> grouporder(pres(subgrel({x=[a,b,a]}), G17));

```

17

```

> H := subgrel({y=[a,b,a]},G17):
G:=permrep(H):grouporder(H);

```

2448

Отображение, переводящее элемент a из G_{17} в подстановку:

```

[[1, 2], [3, 4], [5, 47], [6, 49], [7, 19], [8, 33], [9, 62], [10, 46], [11, 32], [12, 28],
[13, 84], [14, 123], [15, 36], [16, 27], [17, 54], [18, 48], [20, 103], [21, 106], [22, 24],
[23, 139], [25, 105], [26, 37], [29, 31], [30, 140], [34, 115], [35, 124], [38, 104], [39,
56], [40, 78], [41, 42], [43, 111], [44, 134], [45, 129], [50, 95], [51, 121], [52, 117],
[53, 96], [55, 79], [57, 58], [59, 69], [60, 76], [61, 83], [63, 128], [64, 101], [65, 136],
[66, 131], [67, 92], [68, 88], [70, 71], [72, 99], [73, 75], [74, 138], [77, 82], [80, 81],
[85, 86], [87, 98], [89, 91], [90, 142], [93, 130], [94, 109], [97, 116], [100, 137], [102,
122], [107, 108], [110, 133], [112, 113], [114, 143], [118, 120], [119, 144], [125, 127],
[126, 141], [132, 135]],

```

a элемент b – в подстановку

```

[[1, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 4], [19, 95, 102, 101, 100, 99,
98, 97, 96, 27, 26, 25, 24, 23, 22, 21, 20], [28, 29, 30, 31, 32, 129, 132, 131, 130, 107,
106, 105, 104, 58, 59, 60, 61], [33, 103, 108, 109, 110, 111, 112, 114, 113, 41, 40, 39,
38, 37, 36, 35, 34], [42, 43, 44, 45, 46, 128, 122, 121, 120, 119, 118, 117, 116, 85, 84,
83, 82], [47, 48, 79, 78, 77, 76, 71, 72, 73, 74, 75, 137, 136, 135, 134, 133, 81], [49,
80, 94, 93, 92, 91, 90, 89, 88, 57, 56, 55, 54, 53, 52, 51, 50], [62, 115, 127, 126, 125,
124, 123, 86, 87, 70, 69, 68, 67, 66, 65, 64, 63]],

```

реализует этот изоморфизм.

Точно таким же приемом, как и для группы G_{13} , можно установить простоту G_{17} .

При $p = 29$ параметр $r \pm 12$, и

$$G_{29} = \langle a, b; a^2 = b^{29} = (ab)^3 = (b^{12}ab^{-24}a)^2 = 1 \rangle.$$

Введем новый порождающий элемент $c = ab$. Тогда копредставление группы G_{29} принимает вид:

$$G_{29} = \langle a, c; a^2 = 1, c^3 = 1, (a^{-1}c)^{29} = 1, (ca^{-1})^{11}(ac^{-1})^{24}a(ca^{-1})^{12}c(ac^{-1})^{24}a = 1 \rangle.$$

Таким образом, группа G_{29} является фактор-группой свободного произведения

$$G = \langle a; a^2 = 1 \rangle * \langle c; c^3 = 1 \rangle$$

двух циклических групп порядков 2 и 3, факторизуемого по нормальному замыканию элементов:

$$r = (a^{-1}c)^{29}; \quad q = (ca^{-1})^{11}(ac^{-1})^{24}a(ca^{-1})^{12}c(ac^{-1})^{24}.$$

Для симметризованного множества R , состоящего из циклических перестановок слов r, q, r^{-1}, q^{-1} , в группе G выполняется условие $C'(\frac{1}{6})$; поэтому каждый неединичный элемент из нормального замыкания множества $N = \langle r, q \rangle^G$ в группе G содержит в качестве внутреннего сегмента левую половину некоторого элемента из R .

Это означает, в частности, что N имеет единичное пересечение с подгруппой $\text{gr}(cac)$, порожденной элементом cac бесконечного порядка. Отсюда следует, что фактор-группа $G/N = G_{29}$ бесконечна.

О группах $G(n)$ с представлением $\langle a, b; a^n = 1, ab = b^3 a^3 \rangle$

Группа $G(2)$ имеет копредставление:

$$G(n) = \langle a, b; a^2 = 1, ab = b^3 a^3 \rangle = \langle a, b; a^2 = 1, aba^{-1} = b^3 \rangle.$$

Найдем порядок группы $G(2)$ и представим ее группой подстановок правых смежных классов по подгруппе, порожденной элементом a :

> with(group):

G1 := grelgroup({a,b}, {[a\$2],[a,b,1/a,1/a,1/a,1/b,1/b]}): grouporder(G1);

16

> H := subgrel({y=[a]},G1):

GP:=permrep(H);

GP:=permgrou(8, {a=[[2,3],[4,6],[7,8]],

b=[[1,2,4,3,5,7,6,8]]})

> grouporder(GP);

16

```
> GP := permgroup(8, {[2, 3], [4, 6], [7, 8]}, [[1, 2, 4, 3, 5, 7, 6, 8]]):
> isabelian(GP);
```

false

```
> H:=permgroup(8, {[2, 3], [4, 6], [7, 8]})^
> isnormal(GP,H);
```

false

```
> grouporder(derived(GP));
```

4

Итак, группа полупрямым произведение циклической группы порядка 2 и циклической порядка 8. Отметим, что попутно найден порядок и индекс коммутанта группы $G(2)$.

Группа $G(3)$, имеет копредставление:

$$G(3) = \langle a, b; a^3 = 1, ab = b^3 a^3 \rangle.$$

Это копредставление легко преобразовать, не обращаясь за помощью к вычислительной технике:

$$G(3) = \langle a, b; a^3 = 1, ab = b^3 \rangle = \langle a, b; a^3 = 1, a = b^2 \rangle = \langle b; b^6 = 1 \rangle.$$

Группа $G(3)$ оказалась циклической порядка шесть.

Компьютерные вычисления это подтверждают:

```
> with(group):
> G3 := grelgroup({a, b}, {[a$3], [a, b, 1/a, 1/a, 1/a, 1/b, 1/b, 1/b]}):
> E := subgrel({x = [ ]}, G3):
> PG3:=permrep(E);
> grouporder(PG3);
```

6

$$PG3 := \text{permgroup}(6, \{a = [[1, 2, 3], [4, 6, 5]], b = [[1, 5, 2, 4, 3, 6]]\})$$

Подстановка b имеет шестой порядок в группе из шести элементов, а это и означает, что группа эта циклическая.

При $n = 4$ получаем копредставление:

$$G(4) = \langle a, b; a^4 = 1, ab = b^3 a^3 \rangle.$$

При машинном вычислении порядка группы $G(4)$ компьютер после нескольких минут работы сообщает, что порядок группы «слишком большой».

Покажем, что в этом случае, когда машина бессильна, порядок группы действительно слишком большой – эта группа бесконечна.

Пусть $c = ab$, тогда $a = cb^{-1}$ и $a^{-1} = bc^{-1}$, и группу

$$G(4) = \langle a, b; a^4 = 1, ab = b^3 a^{-1} \rangle$$

можно представить в виде:

$$G(4) = \langle a, b, c; a^4 = 1, a = cb^{-1}, c = b^3 bc^{-1} \rangle.$$

Иначе говоря, представление $G(4)$ принимает вид:

$$G(4) = \langle b, c; (bc^{-1})^4 = 1, c^2 = b^4 \rangle.$$

Это значит, что $G(4)$ является фактор-группой свободного произведения G двух бесконечных циклических групп с объединенной подгруппой,

$$G = \langle b, c; c^2 = b^4 \rangle.$$

Фактор-группа G_1 группы G по нормальному замыканию элемента c^2 является свободным произведением

$$G = \langle b, c; b^4 = 1, c^2 = 1 \rangle$$

двух циклических групп. Сама же группа $G(4)$ – это фактор-группа группы G по нормальному замыканию N элемента $r = (bc^{-1})^4$. Для симметризованного множества R , состоящего из циклических перестановок слов r и r^{-1} , в группе G выполняется условие $C' \left(\frac{1}{6} \right)$, поэтому каждый неединичный элемент из нормального замыкания множества N в группе G содержит в качестве внутреннего сегмента левую половину некоторого элемента из R .

Ни один из элементов подгруппы H , порожденной элементом b^2c , не содержит в качестве внутреннего сегмента левой половины элемента из R . Следовательно, пересечение H и N единично. Однако элемент b^2c имеет бесконечный порядок, и, следовательно, фактор-группа $G/N = G(4)$ бесконечна.

Переходим к следующей группе такого вида; $n = 5$. Группа

$$G(5) = \langle a, b; a^5 = 1, ab = b^3 a^3 \rangle$$

конечна, и ее порядок можно вычислить машинным способом, но вычисление это будет небыстрое.

Кроме того, наша цель – исследовать и внутреннее строение этой группы. Поэтому и для ускорения машинных вычислений, и для исследования внутреннего строения группы проведем предварительные преобразования.

Введем в группе $G(5)$ еще один вспомогательный порождающий элемент $c = (ab)^2$. Тогда

$$G(5) = \langle a, b, c; a^5 = 1, ab = b^3 a^3, c = (ab)^2 \rangle.$$

Из этих соотношений следует, что $b^{10} = 1$ и $c^{11} = 1$; и, кроме того, $bcb^{-1} = c^5$.

Последнее соотношение означает, что подгруппа C нормальна в $G(5)$. Так как

$$aba^{-1}b^{-1} = c^{-2},$$

подгруппа $C = \text{gr}(c)$ содержится в коммутанте K группы $G(5)$. Из того, что фактор-группа

$$\langle a, b, c; a^5 = 1, ab = b^3 a^3, c = (ab)^2, b^{10} = 1, {}^{11} = 1, aca^{-1} = c^9, bcb^{-1} = c^5, c = 1 \rangle$$

группы

$$\langle a, b, c; a^5 = 1, ab = b^3 a^3, c = (ab)^2, b^{10} = 1, {}^{11} = 1, aca^{-1} = c^9, bcb^{-1} = c^5 \rangle \text{ ---}$$

абелева, тогда следует обратное включение: $C \supseteq K$.

Итак, коммутант K совпадает с подгруппой C , порядка 11, а фактор-группа по коммутанту имеет порядок 10. Следовательно, порядок группы $G(5)$ равен 110.

Посмотрим, как с этой задачей справится вычислительная техника:

```
> G5:= grelgroup({a, b, c},{a$5, [a, b, 1/a, 1/a, 1/a, 1/b, 1/b, 1/b], [1/c, a,b, a,
b]}):
> grouporder(G5);
```

110

```
> A:= subgrel({x=[1/a, b, c, 1/b, c, b, c]}, G5):
> A:= pres(A);
> grouporder(A);
```

```
A:= grelgroup ({ x}, {[x, x, x, x, x, x, x, x, x, x]})
```

10

```
> A:= subgrel({b = [b], c = [c]}, G5):
> A:= pres(A);
> grouporder(A);
```

110

Представим группу $G(5)$ подстановками, заодно проверим её на абелевость и вычислим коммутант:

```
> H:= subgrel({y = [c, b, b]},G5):
PG5:= permrep(H);grouporder(PG5);
```

```
PG5:= permgroup(22, {b = [[1, 4, 8, 12, 13, 14, 15, 16, 2, 3], [5, 6], [7, 18, 10, 19,
11, 22, 17, 20, 9, 21]], c = [[1, 2, 13, 17, 15, 6, 7, 8, 9, 10, 11], [3, 18, 4, 5, 22, 16,
19, 20, 21, 14, 12]]})
```

```
> PG5:= permgroup(22, { [ [1, 4, 8, 12, 13, 14, 15, 16, 2, 3], [5, 6], [7, 18, 10,
19, 11, 22, 17, 20, 9, 21] ], [1, 2, 13, 17, 15, 6, 7, 8, 9, 10, 11], [3, 18, 4, 5, 22, 16, 19,
20, 21, 14, 12] ]})
> isabelian(PG5);
```

false

$$K1 := \text{permgrou}(22, \{[\]\})$$

```
> K:=derived(PG5);
> grouporder(K):
```

11

```
> K1:=derived(K);
```

Теперь становится ясно, что группа $G(5)$ порождается элементами b, c и ее можно представить в виде:

$$G(5) = \langle b, c; b^{10} = 1, c^{11} = 1, bcb^{-1} = c^5 \rangle.$$

Отсюда следует, что группа $G(5)$ является полупрямым произведением циклических групп:

$$C = \langle c; c^{11} = 1 \rangle; B = \langle b; b^{10} = 1 \rangle,$$

причем первая нормальна в $G(5)$, а вторая нет.

Переходим к исследованию группы $G(6)$. С помощью компьютера вычислим порядок этой группы:

```
> G6:=grelgroup({a, b}, {[a$6], [a, b, 1/a, 1/a, 1/a, 1/b, 1/b, 1/b]});
```

$$G6 := \text{grelgroup}\left(\{a, b\}, \left\{[a, a, a, a, a, a], \left[a, b, \frac{1}{a}, \frac{1}{a}, \frac{1}{a}, \frac{1}{b}, \frac{1}{b}, \frac{1}{b}\right]\right\}\right)$$

```
> grouporder(G6);
```

9072

Введем новый порождающий $c = ab$. Группу с новым порождающим обозначим тем же символом $G(6)$.

Найдем порядки элементов a, b, c в группе $G(6)$:

```
> G6:=grelgroup({a,b,c}, {[a$6], [1/c,a,b], [a, b, 1/a, 1/a, 1/a, 1/b, 1/b, 1/b]});
> A:=subgrel({a=[a]},G6);
> A:=pres(A);
```

$$A := \text{grelgroup}(\{a\}, \{[a, a, a, a, a, a]\})$$

```
> grouporder(A);
```

6

```
> B:=subgrel({b=[b]},G6);
> B:=pres(B);
grouporder(B);
```

24

52

$$GG := \text{grelgroup} \left(\{ b, c \}, \right.$$

$$\left. \left[c, b, \frac{1}{c}, b, \frac{1}{c}, b, \frac{1}{c}, \frac{1}{b}, \frac{1}{b}, \frac{1}{b} \right] \left[c, \frac{1}{b}, c, \frac{1}{b}, c, \frac{1}{b}, c, \frac{1}{b}, c, \frac{1}{b} \right] \right)$$

```
> C:= subgrel({c=[c]},G6):
C:=pres(C):
> grouporder(C);
```

84

С помощью машины найдем представление нашей группы в порождающих b, c :

```
> G:= subgrel({c=[c], b=[b]},G6):
GG:= pres(GG);grouporder(GG);
```

9072

Подгруппа $C = \text{gr}(c)$ имеет индекс 108 в группе $G(6)$, но изоморфно представить $G(6)$ с помощью подгруппы C подстановками 108 степени не получится.

```
> H := subgrel({y = [c]}, G6):
> S0:=permrep(H):
> grouporder(S0);
```

432

Неточность представления означает, что в подгруппе C содержится нормальный делитель N группы $G(6)$, причем порядок N равен $\frac{9072}{432} = 21$. Другими словами, $N = \text{gr}(c^4)$.

Точное представление группы $G(6)$ подстановками получается с помощью подгруппы $\text{gr}(b)$, имеющей индекс 378 в группе $G(6)$:

```
> B := subgrel({y = [b]}, G6):
> S1:= permrep(B);
> grouporder(S1);
```

9072

Ввиду сравнительно большого размера эти подстановки здесь не приводятся. Читатель сам может проверить эти вычисления. Для работы с группой $S1$ ее необходимо снова ввести в компьютер, предварительно убрав символы « $b =$ » и « $c =$ » в полученном представлении группы $S1$.

Дальнейшие вычисления имеют вид:

```
> isabelian(S1);
```

false

```
> DerivedS(S1):
> K:=derived(S1):
> grouporder(K);
```

53

756

```
> K1:=derived(K);
> grouporder(K1);
```

27

```
> K2:=derived(K1);
> grouporder(K2);
```

3

Итак, группа $G(6)$ – не абелева, но разрешима: порядок первого коммутанта равен 756, второго – 27, третьего – 3 (а четвертый коммутант, естественно, равен единице).

О группах $G(a, b)$ с представлением $\langle x, y; x = [x, {}_a y], y = [y, {}_b x] \rangle$

Следуя Р. Брандлу и Дж. С. Вильсону ([4]), обозначим $[x, {}_1 y] = [x, y]$ и $[x, {}_{n+1} y] = [[x, {}_n y], y]$.

Ряд проблем для групп $G(a, b)$ с представлением $\langle x, y; x = [x, {}_a y], y = [y, {}_b x] \rangle$ до сих пор остается нерешенным.

В частности, нет ответа на следующий вопрос Рольфа Брандла (задача 11.18 из [3], процитированная и в [5]).

Пусть $G(a, b) = \langle x, y; x = [x, {}_a y], y = [y, {}_b x] \rangle$. Конечна ли группа $G(a, b)$? Легко показать, что $G(1, b) = 1$, и можно показать, что $G(2, 2) = 1$. Ничего неизвестно про $G(2, 3)$.

Показать, что $G(1, b) = 1$ действительно очень легко. Из соотношения $x = xyx^{-1}y^{-1}$ следует $x = 1$, и поэтому при любом b имеем $y = 1$. Кстати, машинным способом можно проверить это рассуждение лишь для конкретных значений b .

Проверим теперь компьютерным способом, что группа $G(2, 2)$ тоже единичная. Неожиданно оказалось, что ответить на прямо поставленный вопрос, точнее команду «grouporder», машина затрудняется.

Однако представления для подгрупп $\text{gr}(x)$ и $\text{gr}(y)$ находит быстро:

$G22 := \text{grelgroup}(\{x, y\}, \{[1/x, x, y, 1/x, 1/y, y, y, x, 1/y, 1/x, 1/y], [1/y, y, x, 1/y, 1/x, x, x, y, 1/x, 1/y, 1/x]\})$:

$$G22 := \text{grelgroup} \left(\{x, y\}, \left\{ \left[\frac{1}{x}, x, y, \frac{1}{x}, \frac{1}{y}, y, y, x, \frac{1}{y}, \frac{1}{x}, \frac{1}{y} \right], \left[\frac{1}{y}, y, x, \frac{1}{y}, \frac{1}{x}, x, x, y, \frac{1}{x}, \frac{1}{y}, \frac{1}{x} \right] \right\} \right)$$

```
> H1:= subgrel({x=[x]},G22): pres(H1);
```

```
grelgroup({x}, {[x]})
```

```
> H2:= subgrel({y=[y]},G22): pres(H2);
```

```
grelgroup({y}, {[y]})
```

Обе эти подгруппы единичны, поэтому и $G(2, 2) = 1$.

Теперь точно так же получим ответ на вопрос о $G(2, 3)$:

$G23 := \text{grelgroup}(\{x, y\}, \{[1/x, x, y, 1/x, 1/y, y, y, x, 1/y, 1/x, 1/y, y, 1/x, 1/y, x, y, 1/y, 1/y, 1/x, y, x, y, 1/y], [1/y, y, x, 1/y, 1/x, x, x, y, 1/x, 1/y, 1/x]\});$

$$G23 := \text{grelgroup} \left(\{x, y\}, \left\{ \left[\frac{1}{y}, y, x, \frac{1}{y}, \frac{1}{x}, x, x, y, \frac{1}{x}, \frac{1}{y}, \frac{1}{x} \right], \right. \right. \\ \left. \left. \left[\frac{1}{x}, x, y, \frac{1}{x}, \frac{1}{y}, y, y, x, \frac{1}{y}, \frac{1}{x}, \frac{1}{y}, y, \frac{1}{x}, \frac{1}{y}, x, y, \frac{1}{y}, \frac{1}{y}, \frac{1}{x}, y, x, y, \frac{1}{y} \right] \right\} \right)$$

> H1:= subgrel({x=[x]},G23): pres(H1);

$\text{grelgroup}(\{x\}, \{[x]\})$

> H2:= subgrel({y=[y]},G23): pres(H2);

$\text{grelgroup}(\{y\}, \{[y]\})$

Таким образом, теперь про группу $G(2, 3)$ известно всё. Эта группа состоит из одного элемента.

Заключение

Конечно, можно и далее экспериментировать с наборами чисел a, b , но ответить на основной вопрос Брандла (всегда ли конечна группа $G(a, b)$?) с помощью машины, к сожалению, не удастся.

Библиографический список

1. Горюшкин А.П. О группах с представлением $\langle a, b; a^n=1, ab = b^3a^3 \rangle$ // Вестник КРАУНЦ. Физ.-мат. науки. 2010. № 1. С. 8-11.
2. Горюшкин А.П., Горюшкин В.А. О некоторых свойствах 2-порожденных групп // Материалы региональной научно-практической конференции. Петропавловск-Камчатский, 2010. с. 17-19.
3. Коуровская тетрадь. Нерешенные вопросы теории групп. 11-е изд. Новосибирск: Ин-т математики СО АН СССР, 1990.
4. Brandl R., Wilson J. S. Characterization of Finite Soluble Groups by Laws in a Small Number of Variables // Journal of algebra. 1988. Vol. 116. P. 334-341.
5. Коуровская тетрадь. Нерешенные вопросы теории групп. 17-е изд., доп. Новосибирск: Ин-т математики СО РАН, 2010.

Поступила в редакцию / Original article submitted: 11.03.2013

НАНОТЕХНОЛОГИИ

УДК 54.052

ПОЛУЧЕНИЕ НАНОПОРОШКА ДИОКСИДА КРЕМНИЯ НА ОСНОВЕ ГИДРОТЕРМАЛЬНОГО РАСТВОРА КРИОХИМИЧЕСКОЙ ВАКУУМНОЙ СУБЛИМАЦИИ

Горев Д.С.¹, Потапов В.В.^{1,2}, Шалаев К.С.¹

¹ Научно-исследовательский геотехнологический центр ДВО РАН, 683002, г. Петропавловск-Камчатский, Северо-Восточное шоссе, 30, а/я 56

² Филиал Дальневосточного Федерального государственного университета, 683031, г. Петропавловск-Камчатский, ул. Тушканова, 11/1

E-mail: parovikroman@gmail.com

В работе рассмотрена методика получения нанопорошка диоксида кремния на основе гидротермального раствора криохимической вакуумной сублимации.

Ключевые слова: сублимация, кремнезем, нанопорошок

© Горев Д.С., Потапов В.В., Шалаев К.С., 2013

NANOTECHNOLOGY

MSC 82D80

GETTING NANO-SILICA-BASED HYDROTHERMAL SOLUTIONS CRYOCHEMICAL VACUUM SUBLIMATION

Gorev D.S.¹, Potapov V.V.^{1,2}, Shalaev K.S.¹

¹ Russian Academy of Sciences research geotechnological center, 683002, North-east of the highway, 30

² Branch of the Far Eastern Federal State University, 683031, Petropavlovsk-Kamchatsky, Tushkanova st., 11/1, Russia

E-mail: parovikroman@gmail.com

The paper considers the model of choice by high-school optimal solutions for the distribution of sets of entrants in its branches.

Key words: sublimation, silica, nanopowder

© Gorev D.S., Potapov V.V., Shalaev K.S., 2013

Введение

Существует технологический подход к выделению полезных компонентов гидротермальных растворов на основе их баромембранного концентрирования и последующей криохимической вакуумной сублимацией [1]-[6].

Концентрированный водный золь кремнезема получен из жидкой фазы гидротермальных теплоносителей (сепаратов) скважин Мутновских геотермальных электрических станций (ГеоЭС). Отделение (сепарацию) жидкой фазы от паровой фазы двухфазного потока проводили в сепараторах ГеоЭС. Диапазон значений pH исходного сепарата 9,0–9,4, концентрации кремнезема $C_t=600\text{--}800$ мг/кг, температура раствора 70 °C.

Использованное оборудование

Установка для мембранного концентрирования гидротермального раствора включала патрон (патроны) с мембранными фильтрами, насос, расходомеры, манометры, запорную и регулирующую арматуру, емкости исходного раствора, концентрата и фильтрата.

Использованы ультрафильтрационные мембраны капиллярного типа. Исходная среда подается в длинные капиллярные трубки, стенки которых представляют собой мембранный слой. При движении внутри трубки часть среды фильтруется наружу в радиальном направлении и накапливается в корпусе фильтр-патрона в пространстве между трубками (фильтрат). Та часть среды, которая прошла по всей длине трубки, не фильтруясь через стенки мембраны (концентрат), поступает в коллектор концентрата и выводится из патрона в осевом направлении. Фильтрат выводится из корпуса фильтр патрона в боковом направлении.

Применяли мембраны, выполненные из полиэфирсульфона, либо полиакрилонитрила. Диаметры пор мембранного слоя распределены в диапазоне 20–100 нм. Двухстадийным мембранным концентрированием гидротермального сепарата получен золь МВ с содержанием SiO_2 40 г/дм³.

Золь МВ кремнезема был использован для получения малоагрегированного нанодисперсного порошка УФ44. Криохимическая вакуумная сублимация, основанная на сочетании низко- и высокотемпературных воздействий на перерабатываемые материалы, предоставляет широкие возможности для получения нанодисперсных материалов, в том числе и из золь, суспензий.

Технологическая схема криохимической вакуумной сублимации включает следующую последовательность основных технологических фаз производства:

- диспергирование золя и криокристаллизация капель дисперсной среды в жидком азоте;
- сублимационное удаление растворителя из криогранулята, полученного на предыдущей стадии;
- утилизация (десублимация) растворителя.

Диспергирование растворов на отдельные капли применяют для создания развитых межфазных поверхностей, обеспечивающих высокую интенсивность тепло- и массообменных процессов, сопровождающих технологические фазы криокристаллизации и сублимации.

Главная цель процесса криокристаллизации заключается в сохранении высокой химической и гранулометрической однородности, присущих диспергируемой золи. Возможность сохранения высокой химической однородности определяется различными условиями, в том числе размером замораживаемых капель раствора, его температурой, физико-химической природой и температурой хладагента. Гранулометрическая однородность продукта характеризуется размерами как самих криогранул, так и дисперсных кристаллитов, образованных на стадии старения исходного гидро-термального раствора.

Особенность криогранулирования состоит в том, что процесс кристаллизации водной золи проводят при температурах, значительно более низких, чем температура замерзания воды. Такое понижение температуры необходимо для увеличения скорости замораживания, что позволяет исключить агрегацию и зафиксировать равномерно распределенные наночастицы кремнезема, находящегося в золи, в твердом состоянии. В дальнейшем при сублимационном удалении воды остается малоагрегированный порошок кремнезема с дисперсностью, соответствующей дисперсности кремнезема в водном золе.

Стадию сублимации льда проводят при давлении более низком, чем давление, соответствующее тройной точки воды, для которой эти параметры составляют: давление ($p = 610$ Па) и температура ($T = 0,0076$ °С). Это позволяет свести к минимуму агломерацию сформировавшихся на стадии замораживания частиц кремнезема, благодаря исключению появления фрагментов капельной влаги.

На стадии сублимации теплоту, затрачиваемую на испарение льда, к продукту подводят путем кондуктивного теплопереноса (теплопроводностью). Удельная теплота сублимации вещества $q_{\text{суб}}$ примерно равна сумме их удельных теплот плавления $q_{\text{пл}}$ и испарения $q_{\text{исп}}$. Для воды величина $q_{\text{суб}}$ достигает примерно 3 МДж/кг, а $q_{\text{пл}}$ составляет всего примерно 0,34 МДж/кг.

Сублимационная сушка криогранул золя кремнезема проводилась на экспериментальной установке УВС-2Л. Установка сублимационная лабораторная является экспериментальным образцом и предназначена для исследования и выбора оптимальных режимов процесса сушки нанопорошков, изготовленных методом криогрануляции.

Технические характеристики установки УВС-2Л:

1. Производительность установки по испаренной влаге - 1,0 л/цикл сушки.
2. Остаточная влажность высушенного продукта - 0,3%.
3. Температура рабочих полок - $-20 \dots +150$ °С.
4. Величина вакуума - 3×10^{-2} мм рт. ст.
5. Установленная мощность:
 - нагревателей - 4 кВт;
 - вакуумного насоса - 0,75 кВт.
6. Номинальное напряжение питания - 380/220 В.
7. Частота сети - 50 Гц.
8. Род тока: переменный, трехфазный.

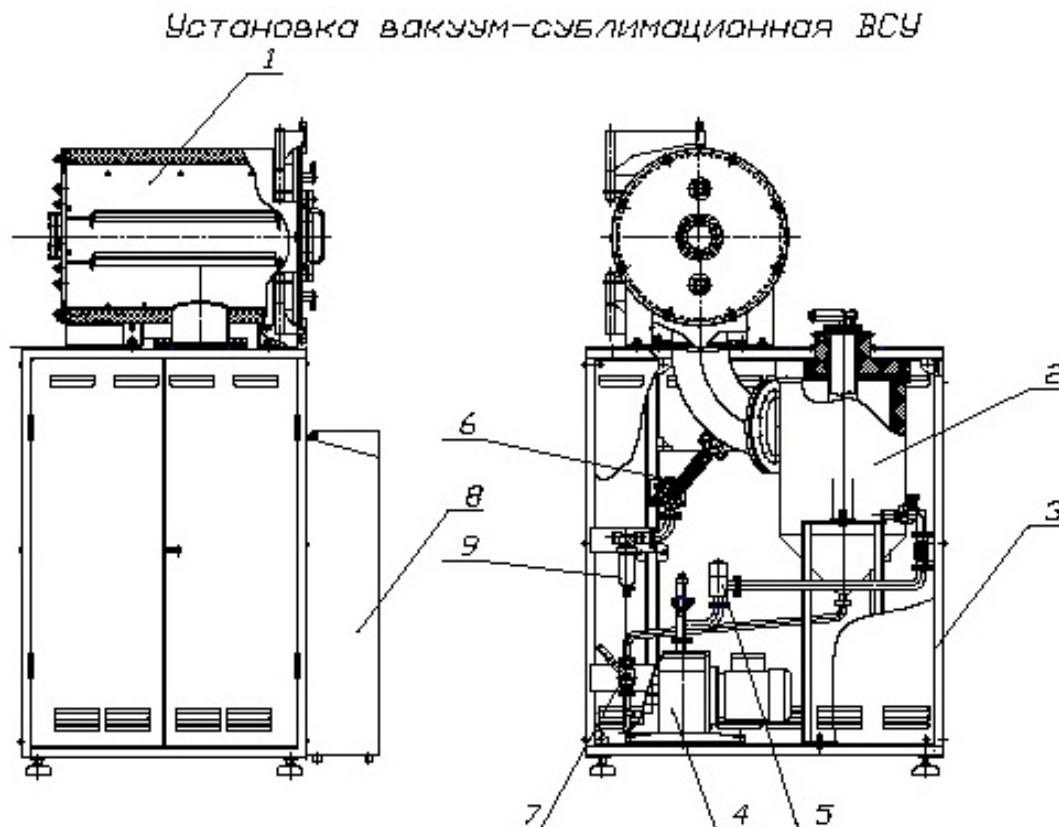


Рис. 1. Установка вакуум-сублимационная УВС-2Л

Установка (рис. 1) состоит из горизонтально расположенной цилиндрической сублимационной камеры 1, смонтированной на раме 3, и вертикального цилиндрического десублиматора 2, соединенного коленом с сублимационной камерой. Внутри рамы установлены: вакуумный насос 4, электромагнитный клапан 5, кран для слива конденсата 6, клапан-натекатель 7 и фильтр 9, а также система трубопроводов с арматурой. Установка оснащена пультом управления 8, который крепится на передней части рамы, и комплектом КИПиА. В сублимационной камере установлены поддоны, в которые помещается исходный продукт для проведения сушки.

Работа установки осуществляется в автоматическом режиме. Первоначально включается вакуумный насос в режиме разогрева и подготовки его к работе. В загрузочную горловину трубы десублиматора заливается жидкий азот до уровня на 20 мм ниже верхнего фланца и закрывается крышка загрузочного патрубка. В сублимационную камеру на нагревательные плиты, предварительно охлажденные в холодильнике до -60°C , устанавливают в требуемом количестве поддоны с высушиваемым материалом. В случае, если на одну из нагревательных плит не устанавливаются поддоны, ее допускается снять.

При установке поддонов необходимо обеспечить свободный проход воздуха в каналах между стенками сублимационной камеры и стенками поддонов. Закрывается крышка сублимационной камеры. Удостоверившись в работоспособности вакуумного насоса (по информации с соответствующего преобразователя манометрического), с помощью электромагнитного клапана производят переключение на вакуумирование системы (сублимационной камеры и десублиматора). После установки рабочего ва-

куума в системе автоматически включается нагрев плит. Контроль и поддержание температуры и вакуума в процессе работы осуществляется в автоматическом режиме. В процессе работы контролируется уровень жидкого азота в десублиматоре. Подача соответствующего звукового и светового сигнала свидетельствует о необходимости долить азот в трубу десублиматора.

По окончании технологического процесса отключается вакуумный насос и нагревательные плиты. С помощью клапана-натекателя добиваются уравнивания давления в сублимационной камере и десублиматоре до атмосферного. Засасываемый воздух проходит через фильтр, предварительно заполненный силикагелем. После этого допускается отключить пульт управления, открыть сублимационную камеру и извлечь поддоны с материалом. В конце работы необходимо открыть кран и слить конденсат из десублиматора.

В процессе работы УВС-2Л контролируются следующие технологические параметры:

- вакуум в сублимационной камере – 5×10^{-2} мм рт. ст. с точностью $0,1 \times 10^{-2}$ мм рт. ст. замеряется с помощью преобразователя манометрического ПМТ4М – 8511, установленного на колене, соединяющем сублимационную камеру и десублиматор;
- вакуум в линии проверки насоса – 5×10^{-2} мм рт. ст. с точностью $0,1 \times 10^{-2}$ мм рт. ст. замеряется с помощью преобразователя манометрического ПМТ4М – 8511, установленного на фланце вакуумного насоса вертикально на отводе тройника;
- температура нагревательных плит контролируется с помощью датчиков ДТС014-100П.ВЗ с точностью до $0,1$ °С, закрепленных на нагревательных плитах;
- температура материала контролируется с помощью датчиков ДТС014-100П.ВЗ с точностью до $0,1$ °С, установленных на специальных пластинах, размещенных на поддонах;
- температура поддона контролируется с помощью датчиков ДТС014-100П.ВЗ с точностью до $0,1$ °С, закрепляемых на поддонах;
- температура внутри сублимационной камеры контролируется с помощью датчиков ДТС014-100П.ВЗ с точностью до $0,1$ °С;
- уровень жидкого азота контролируется с помощью двух датчиков ДТС014-100П.ВЗ, закрепленных на держателе, который в свою очередь зафиксирован в пазу на фланце трубы десублиматора.

Определение размеров частиц золя SiO_2 методом динамического светорассеяния

На рис. 2 и в табл. 1 представлены результаты определения среднего диаметра наночастиц золя МВ. Для образца МВ минимальный размер частиц составил 25,0 нм, среднее значение диаметра частиц 59,8 нм, на частицы с диаметрами 25,0–100 нм приходится 80–85 % всей массы кремнезема.

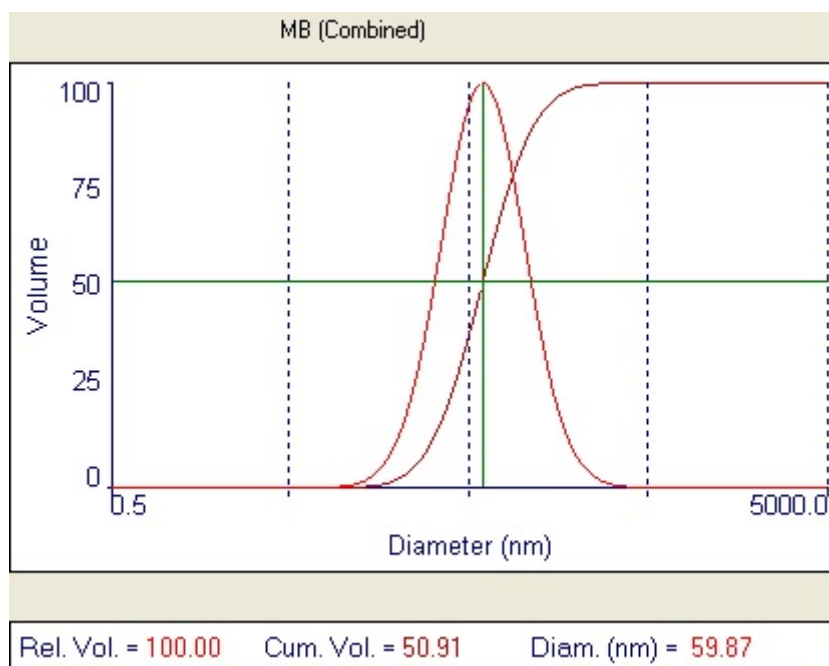


Рис. 2. Средний диаметр частиц образца золя МВ

Таблица 1

Распределение частиц золя МВ по размерам

$d(nm)$	$G(d)$	$C(d)$
25,0	26	5
30,3	44	10
34,5	58	15
38,3	70	20
41,9	80	25
45,3	87	30
48,8	93	35
52,4	97	40
56,0	99	45
59,9	100	50
64,1	99	55
68,5	97	60
73,5	93	65
79,2	87	70
85,7	80	75
93,8	70	80
104,0	58	85
118,5	44	90
143,7	26	95

Режим работы установки УВС-2Л

На рис. 3 и в табл. 2 приведены режимные параметры установки УВС-2Л при получении порошка УФ-44.

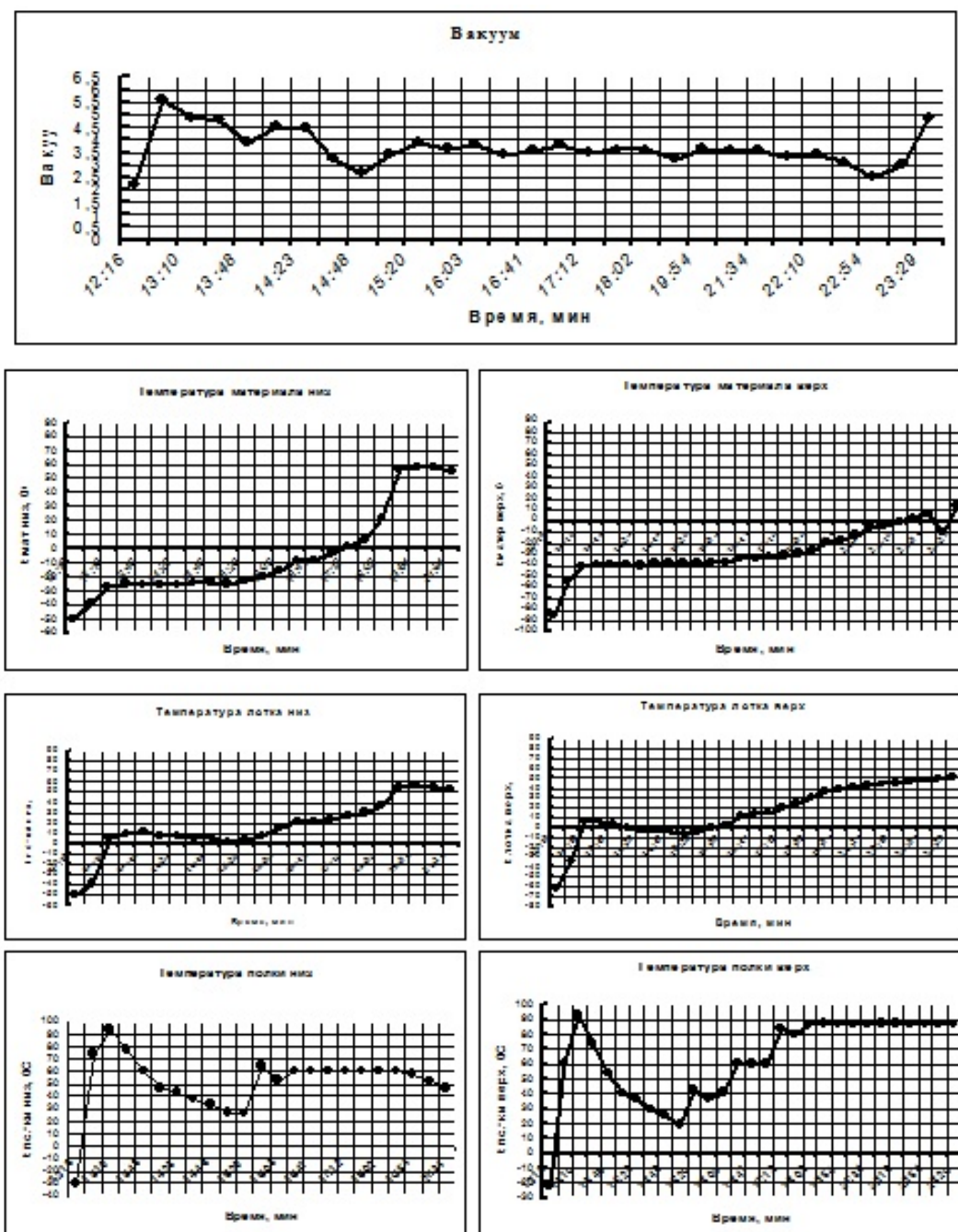


Рис. 3. Параметры установки УВС-2Л в зависимости от времени

Таблица 2

Параметры установки УВС-2Л

№ п/п	Время	t, полки верх	t, лотка верх	t, мат. верх	t, полки низ	t, лотка низ	t, мат. низ	Вакуум	t, цб
1	12:16	-22	-63	-85,5	-30,4	-49,4	-50,8	2,14	21,5
2	12:26	61	-34,4	-53,4	74	-38,6	-39,1	5,56	31
3	13:10	92,4	6,4	-40,5	93,3	5	-27,8	4,87	35
4	13:25	74,1	6,5	-39,2	77,9	9,9	-25,4	4,73	32,2
5	13:48	54,3	3,6	-38,8	60,5	10,7	-26,9	3,87	29,6
6	14:13	39,9	-0,6	-39,2	46,9	8,2	-26,7	4,54	27,8
7	14:23	35,9	-2,1	-39,7	43,1	6,8	-25,7	4,43	27,2
8	14:38	29,6	-3,6	-38,7	37,2	5,4	-24,9	3,23	16,4
9	14:48	25,5	-4,3	-37,8	33,3	4,7	-23,9	2,65	25,8
10	15:12	19,1	-6,8	-38,7	27,1	1,3	-25	3,42	24,7
11	15:20	41,7	-3,8	-38,2	26,4	2,9	-22,7	3,86	24,6
12	15:38	36,4	-0,6	-37,3	64,4	8,1	-20,3	3,61	30,8
13	16:03	40,9	1,8	-36,4	53,2	15,1	-16,3	3,77	29
14	16:28	60,9	11,9	-33,4	60	20,3	-9,1	3,37	30,5
15	16:41	59,8	13,2	-33,2	60,1	21,8	-8	3,53	30,5
16	16:58	59,9	14,9	-32,2	60	24,1	-3,8	3,81	30,5
17	17:12	83,7	19,3	-31,2	60,2	26,9	1,4	3,48	30,8
18	17:29	79,8	24,5	-29,2	59,9	30	5,3	3,59	30,9
19	18:02	86,9	31,3	-26,4	60	37,2	20,9	3,59	31,3
20	19:37	87,1	36,8	-19,6	60	54,8	56	3,23	31,5
21	19:54	87	38,5	-18	58,2	56	57,8	3,62	31,2
22	20:36	86,9	40,8	-12,7	51,9	54,9	57,3	3,53	30,1
23	21:34	87	43,3	-5,5	47	51,6	54,6	3,54	29,4
24	21:49	87,1	43,8	-3,6	-	-	-	3,3	29,3
25	22:10	87,1	44,7	-0,9	-	-	-	3,34	29
26	22:35	87	46,2	2,8	-	-	-	3,09	28,9
27	22:54	86,9	48	7	-	-	-	2,51	28,7
28	23:06	86,6	49,4	-9,4	-	-	-	3,01	28,7
29	23:29	86,9	50,2	13,2	-	-	-	4,89	28,8

Характеристики порошка УФ-44

Характеристики пор порошка УФ-44, полученного в указанном технологическом режиме на установке УВС-2Л, были определены методом низкотемпературной адсорбции азота. В табл.3 указан объем сорбированного азота в зависимости от относительного давления в камере порошкомера ASAP2010N, на рис. 4 – соответствующие кривые сорбции-десорбции. В табл. 4 – площадь, объем пор, средний диаметр порошка УФ-44.

Таблица 3

Данные низкотемпературной адсорбции азота для порошка УФ-44

Относительное давление (p/p_0)	Давление, мм рт. ст.	Объем абсорбента, см ³ /г	Время
0,010233206	7,60211	23,1373	0:45
0,032579187	24,20262	29,2369	0:46
0,067594850	50,21527	34,0997	0:48
0,079965199	59,40503	35,3672	0:49
0,100118338	74,37651	37,3456	0:51
0,120222783	89,31182	39,1016	0:52
0,140271514	104,20574	40,5286	0:53
0,160222762	119,02724	42,1425	0:55
0,180299355	133,94186	43,5208	0:56
0,200348085	148,83578	44,8773	0:57
0,250184510	185,85857	47,1917	0:58
0,300403717	223,16576	49,8615	1:00
0,350219333	260,17303	52,8683	1:01
0,399986025	297,14401	56,7009	1:03
0,450414265	334,60645	60,8171	1:04
0,500083515	371,50504	65,3616	1:06
0,549899092	408,51233	71,0848	1:07
0,600125301	445,82468	78,1284	1:09
0,649954763	482,84229	87,0505	1:11
0,699993033	520,01501	98,4441	1:13
0,750066138	557,21362	112,3762	1:15
0,800550124	594,71747	127,5065	1:17
0,820452610	609,50275	133,5366	1:19
0,850810964	632,05554	140,5656	1:20
0,874827670	649,89722	144,8011	1:22
0,899742545	668,40613	148,9388	1:23
0,925012266	687,17865	153,1641	1:25
0,949314231	705,23224	159,6908	1:26
0,974925161	724,25824	169,7615	1:28
0,980647489	728,50928	173,3344	1:30
0,990066175	735,50629	181,5461	1:31
0,994765042	738,99701	189,2422	1:34
0,974785901	724,15479	178,3289	1:36
0,937055455	696,12537	160,8221	1:38
0,908576501	674,96875	153,3086	1:40
0,882749738	655,78241	148,2155	1:42
0,857194512	636,79779	144,4917	1:44
0,832043182	618,11322	141,2205	1:45
0,825464670	613,22614	139,8841	1:46

Окончание табл. 3

Относительное давление (p/p_0)	Давление, мм рт. ст.	Объем абсорбента, см ³ /г	Время
0,799366534	593,8382	137,3392	1:48
0,733157052	544,6521	130,0907	1:50
0,701413242	521,07007	122,2394	1:52
0,652265869	484,55917	104,5839	1:54
0,597967300	444,22153	86,1893	1:57
0,549376968	408,12445	73,4655	1:59
0,500027811	371,46365	64,7622	2:01
0,450595221	334,74088	59,0664	2:03
0,400960724	297,8681	54,6806	2:04
0,350567402	260,43161	50,6362	2:06
0,300508202	223,24333	47,0738	2:07
0,250616135	186,17921	44,3429	2:09
0,182868113	135,85016	41,6455	2:10
0,140814486	104,60911	39,2893	2:12



Рис. 4. Кривые сорбции – десорбции для порошка УФ-44

Таблица 4

**Характеристики порошка УФ-44, полученные методом
низкотемпературной адсорбции азота**

№ п/п	Характеристика	Единицы измерения	Показатели
1	<i>BET</i> Площадь	м ² /г	165,3
2	<i>V_Н</i> Площадь пор по кривой адсорбции	м ² /г	148,5
3	<i>V_Н</i> Площадь пор по кривой десорбции	м ² /г	164,0
4	Объем пор определенный по одной точке	см ³ /г	0,247
5	<i>V_Н</i> Объем пор по кривой адсорбции	см ³ /г	0,284
6	<i>V_Н</i> Объем пор по кривой десорбции	см ³ /г	0,292
7	Сред. диаметр пор	нм	5,98
8	Сред. диаметр пор по кривой адсорбции	нм	7,64
9	Сред. диаметр пор по кривой десорбции	нм	7,12
10	Площадь микропор	м ² /г	6,54
11	Объем микропор	см ³ /г	0,0005

Выводы

Технологический режим, использованный нами, позволяет методом криохимической вакуумной сублимации получать на основе водного золя кремнезема со средним диаметром частиц около 60 нм ультрадисперсные порошки, имеющие удельную поверхность до 165 м²/г, объем пор – до 0,25 см³/г, при среднем диаметре пор порошка 6 нм.

Библиографический список

1. Потапов В.В. Коллоидный кремнезем в высокотемпературном гидротермальном растворе. Владивосток: Дальнаука. 2003. 216 с.
2. Потапов В.В., Аллахвердов Г.Р., Сердан А.А. (мл.), Мин Г.М., Кашутина И.А. Получение водных золь кремнезема мембранным концентрированием гидротермальных растворов // Химическая технология. 2008. № 6. С. 14-22.
3. Потапов В.В., Ревина А.А., Баранова Е.К. Оптические свойства нанодисперсного кремнезема в гидротермальных растворах // Журнал физической химии. 2008. № 6. С. 1137-1144.
4. Потапов В.В., Трутнев Н.С., Горбач В.А., Генералов М.Б., Романова И.А. Получение нанопорошков кремнезема из природных гидротермальных растворов // Химическая технология. 2009. № 12. С. 712-719.
5. Потапов В.В., Шитиков Е.С., Трутнев Н.С. Использование золь и порошков кремнезема, полученных из гидротермальных растворов, как нанодобавок в цементы // Химическая технология. 2010. № 10. С. 14-23.
6. Лесовик В.С., Потапов В.В., Алфимова Н.И., Ивашова О.В. Повышение эффективности вяжущих за счет использования наномодификаторов // Строительные материалы. 2011. № 6. С. 12-18.

Поступила в редакцию / Original article submitted: 15.03.2013

УДК 330.341.1:62

ПРОГНОЗ ОТРАСЛЕВОЙ СТРУКТУРЫ ПОТРЕБЛЕНИЯ РОССИЙСКОГО РЫНКА НАНОПОРОШКОВ

Иваненко Е.М.

Филиал Дальневосточного Федерального государственного университета, 683031, г. Петропавловск-Камчатский, ул. Тушканова, 11/1

E-mail: ivanenkoem@mail.ru

В работе дается прогноз и развитие отраслевой структуры российского рынка нанопорошков.

Ключевые слова: нанопорошки, российский рынок, отрасль

© Иваненко Е.М., 2013

MSC 82D80

FORECAST INDUSTRY STRUCTURE OF CONSUMPTION OF RUSSIAN MARKET NANOPOWDERS

Ivanenko E.M.

Branch of the Far Eastern Federal State University, 683031, Petropavlovsk-Kamchatsky, Tushkanova st., 11/1, Russia

E-mail: ivanenkoem@mail.ru

The paper gives a forecast of the industry structure and development of the Russian market of nanopowders.

Key words: nanopowders, the Russian market, the industry

© Ivanenko E.M., 2013

Введение

Структура потребления нанопорошков в Российской Федерации находится в прямой зависимости от технологического развития потенциальных отраслей-потребителей.

Существующие чрезвычайно малые объемы производства нанопорошков, ограниченный внутренний спрос и технологические особенности производства накладывает фактор неопределенности в прогнозах и оценках объемов потребления нанопорошков той или иной отраслью [1].

В структуре потребления можно выделить только перспективные на настоящее время отрасли-потребители, переживающие этап технологического развития, среди которых наиболее интересны: электроника, энергетика, металлургия, машиностроение, медицина и транспортная отрасль (рис. 1).

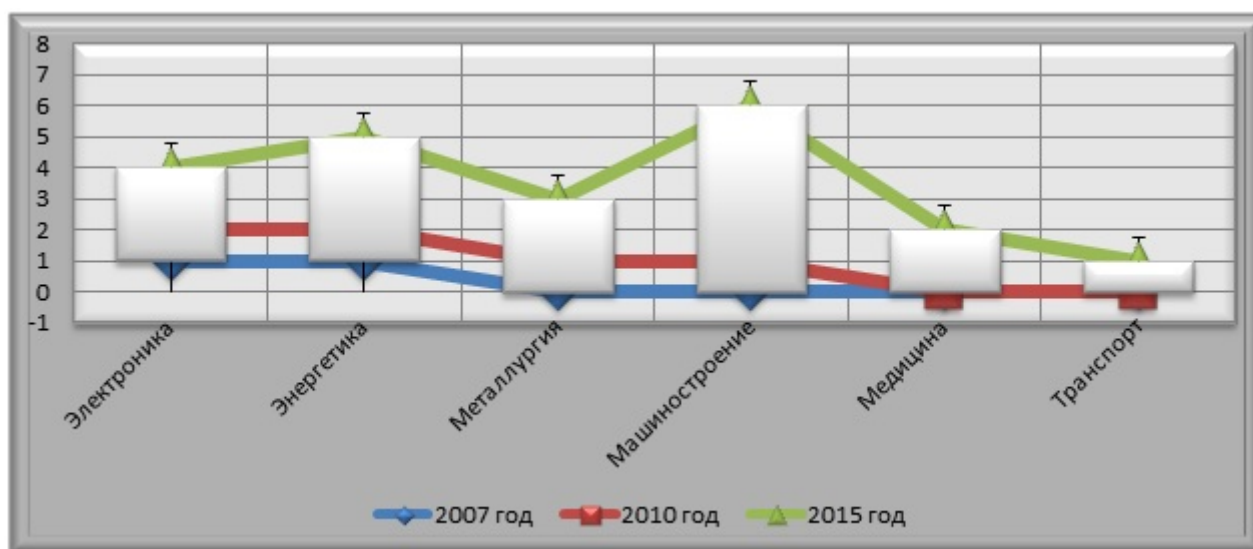


Рис. 1. Прогнозный рейтинг российских отраслей-потребителей нанопорошков на 2007–2015 гг. [3]

Структура спроса и динамика развития российских отраслей-потребителей нанопорошков чрезвычайно сложна для анализа. Так, производство электронных изделий, в настоящее время, отстающее по многим показателям от мировых лидеров индустрии (менее 5% бытовых приборов реализуемых на внутреннем рынке оснащены электроникой российского производства, среднеевропейский показатель – 65%) особенно в технологической составляющей, в перспективе благодаря государственной поддержке способно на быстрый технологический скачок [2].

Для этой цели Правительством Российской Федерации была принята программа «Развитие электронной компонентной базы и радиоэлектроники на 2008–2015 г.г». Совокупное финансирование программы по источникам составит 187 млрд. руб. Основная цель программы к 2015 году – рост рынка российских электронных устройств до 300 млрд руб., технологический уровень производства – 45 нм.

Потенциальный объем потребления нанопорошков отраслью в случае достижения заявленной программой цели и сохранения динамики развития, существующих рыночных ниш оценивается экспертами 5,1–6,4 млрд руб. [4] (рис. 2, [3])

Энергетическая отрасль обладает существенным потенциалом в области промышленного внедрения группы нанопорошков, особенно в области ядерной и альтернативной, и, в частности, солнечной и водородной энергетики (адсорбция и хранение

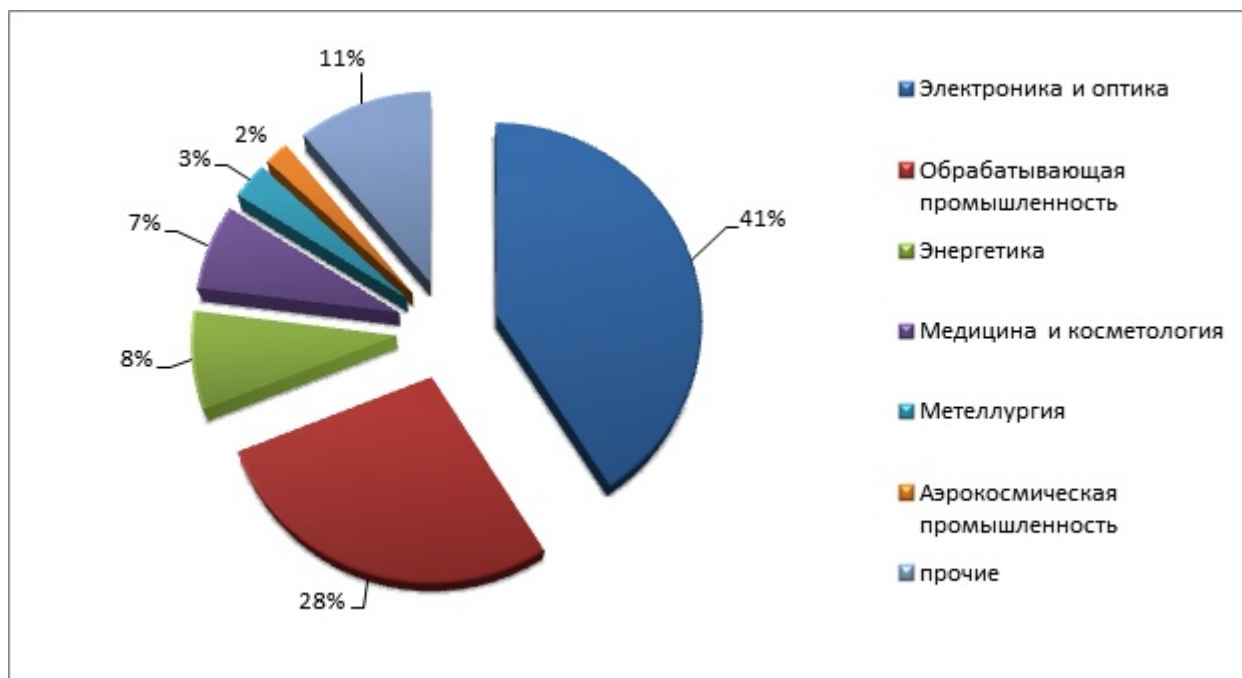


Рис. 2. Текущие рыночные ниши потребителей российского рынка нанопродуктов

водорода на основе углеродных наноструктур, увеличение в несколько раз эффективности солнечных батарей на основе процессов накопления и энергопереноса в неорганических и органических материалах с нанослоевой и кластерно-фрактальной структурой, разработка электродов с развитой поверхностью для водородной энергетики на основе трековых мембран и т.д.). Существующие научные разработки позволяют использовать наноматериалы для совершенствования технологии создания топливных и конструкционных элементов и повышения эффективности существующего оборудования [5].

Кроме того, наноматериалы находят применение в тепловыделяющих и нейтронопоглощающих элементах ядерных реакторов. С помощью нанодатчиков обеспечивается охрана окружающей среды при хранении и переработке отработавшего ядерного топлива и мониторинга всех технологических процедур. Для управления качеством сборки и эксплуатации ядерных систем нанофильтры используются для разделения сред в производстве и переработке ядерного топлива [6].

Практическое применение диоксида титана, палладия ряда, других типов нанопорошков в энергетике снижает себестоимость производимой продукции по сравнению с аналогами на основе кремниевых полупроводников и увеличивает срок эксплуатации.

Однако научные исследования в области альтернативной и ядерной энергетики опережают развитие отрасли, потенциал использования в данной сфере нанопорошков существенно ограничен.

По оценкам экспертов потенциальный объем потребления нанопорошков отраслью находится в прямой зависимости от ее технологического развития. По оптимистичному прогнозу развития возможный рост потребления составит к 2015 году 6,4–6,7 млрд руб., в случае оправдания пессимистичных прогнозов составит примерно 1,4–1,6 млрд руб. [7].

Потенциал спроса на нанопорошки со стороны металлургической отрасли практически неисчерпаемый. Повышение механических характеристик сталей различных структурных классов на основе использования легирующих элементов – наиболее перспективная сфера применения нанопорошков в отрасли.

При условиях 5-го замещения наномодифицированием традиционного легирования и сохранения производственного потенциала отрасли на уровне 70–80 млн тонн, объем рынка нанопорошков в данном сегменте может составить до 150 млрд руб.

В настоящее время инвестированием проектов в области нанотехнологий занимаются только крупнейшие представители отрасли «Северсталь» и «Русал».

Наиболее перспективные отраслевые инвестиционные проекты нанотехнологической направленности:

- проект по изучению влияния нанопорошков тугоплавких соединений (нитридов, карбидов) на повышение механических и эксплуатационных свойств штрипсовых и конструкционных марок сталей (перспективе планируется организация производства созданной продукции на базе «Череповецкого металлургического комбината»;
- исследования в области улучшения механических свойств металла;
- исследование в области снижения себестоимости продукции посредством применения технологии инертного анода. Спецификой исследования является использование наноматериалов и, в частности, нанопорошка никеля в инертных анодах системы $NiFe_2O_4-Fe_2O_3-Ni$. Проводимые в данном направлении лабораторные исследования демонстрируют впечатляющие результаты. Благодаря применению нанопорошков удалось повысить прочность алюминия, а путем добавления нанопорошков в электролит для гальванического осаждения анодного покрытия добиться многократного повышения коррозионной устойчивости анода [4].

Машиностроительная и автомобилестроительная отрасли наиболее перспективные потребители нанопорошков. Экономический эффект от использования нанопорошков в производственном процессе носит синергетический характер. Соотношение затраты / прибыль приравнивается 1 : 5, что в несколько раз выше сходных показателей энергетической и электронной отраслей в совокупности [8].

По прогнозам РАН, оценивающей перспективы технологического развития отраслей, суммарная потребность в нанопорошках различных типов составит не менее 1–10 тыс. тонн в десятилетней перспективе. Емкость рынка фактически не ограничена. Так замена обычных порошков нанопорошками позволит увеличить ресурс режущих и обрабатывающих инструментов с помощью специальных покрытий и эмульсий. Использование нанотехнологий в разработке методов измерений и позиционирования обеспечит адаптивное управление режущим инструментом на основе оптических измерений обрабатываемой поверхности детали и обрабатывающей поверхности инструмента непосредственно в ходе технологического процесса и позволит снизить погрешность обработки с 40 мкм до сотен нанометров [5].

При стоимости отечественного станка около 12 тыс. долл. и затратах на модернизацию не более 3 тыс. долл. Равные по точности серийные зарубежные станки стоят не менее 300–500 тыс. долл. При этом в модернизации нуждаются не менее одного млн активно используемых металлорежущих станков из примерно 2,5 млн станков, находящихся на балансе российских предприятий.

За счет применения наноматериалов, более точной обработки и восстановления поверхностей можно добиться значительного (до 1,5–4 раз) увеличения ресурса работы автотранспорта, а также снижения втрое эксплуатационных затрат (в том числе расхода топлива), улучшения совокупности технических показателей (снижение шума, вредных выбросов), что позволяет успешнее конкурировать как на внутреннем, так и на внешнем рынках [9].

Одним из перспективных направлений применения нанопорошков в данной области является стройиндустрия, а именно создание наноалмазного режущего инструмента. К концу 2013 года в России планируется освоение промышленного производства алмазного режущего инструмента, которое способно обеспечить ежегодную потребность строительного комплекса страны не менее чем на 20%, а также экспорт в страны СНГ и дальнее зарубежье [10].

Прогноз роста потребления нанопорошков до 2020 года предприятиями отрасли колеблется от 240–410 млрд. руб. в натуральном выражении при постепенном наращивании спроса с 2012 года (индекс CAGR).

Медицина и косметология являются одними из наиболее емких перспективных потребителей нанопорошков в мире. Российские фармацевтические и косметические компании не применяют нанопорошки в производстве. Исключение составляют единичные крупные компании, в основном холдинги. Позиционирование данных отраслей как потребителей нанопорошков основывается исключительно на прогнозе внедрения нанотехнологий, связанных с перспективными научно-исследовательскими разработками, среди которых выделяются:

- лечение рака посредством нанопорошка никеля и железа;
- применение нанопорошков серебра в качестве дезинфицирующих средств;
- производство биоцидных материалов;
- биопротезирование;
- создание тест-систем генодиагностики заболеваний человека [11], [12].

Среди транспортных отраслей широко применяющих нанопорошки в мире выделяются аэрокосмическая промышленность и авиастроение. Российские отрасли в данном конкретном случае не исключение. В дополнение к вышеозначенным отраслям можно обоснованно отнести также железнодорожный транспорт. По оценкам экспертов перспективный спрос на нанопорошки со стороны предприятий транспортных отраслей превысит 1,8 млрд руб. к 2015 году при условии реализации государством и крупными компаниями инвестиционных проектов нанотехнологической направленности [3].

Наиболее перспективными инвестиционными проектами, направленными на увеличение прочности конструкционных материалов, являются следующие:

- использование нанопорошков для покрытий, используемых в ракетных комплексах «Протон М»;
- разработки в области нанесения наноструктурированных покрытий, обеспечивающих упрочнение и антикоррозийную стойкость конструкционным материалам;
- производство керамического наноцемента или фосфатной керамики [13].

Среди представленных инвестиционных проектов наиболее перспективный – производство керамического наноцемента или фосфатной керамики [14].

Реализация проекта позволит заинтересованной в разработках компании РЖД решить комплекс технических проблем и создать собственную научно-техническую базу для модернизации отрасли. В перспективе керамический наноцемент может использоваться предприятиями отрасли в производстве высокопрочных шпал для скоростных железных дорог, железобетонных конструкций мостов и линий электропередач, тоннелей и подпорных стенок [15].

Библиографический список

1. Аналитическое агентство Abercade Consulting. URL: www.abercade.ru
2. Программа развития наноиндустрии в Российской Федерации до 2015 года // Министерство образования и науки Российской Федерации. URL: www.fasi.gov.ru
3. Федеральное Агентство по науке и инновациям. URL: www.fasi.gov.ru
4. Маркетинговая группа Techart-Research.Techart. URL: www.research.techart.ru
5. Отчетный доклад Президиума Российской Академии наук. Научные достижения Российской академии наук в 2008 году. М.: РАН, 2009.
6. Завьялов А.П., Зобов К.В., Обанин В.В., Соболева К.Н., Науменков В.А., Шibaев А.А. Функциональные материалы с использованием нанопорошков // Ин-т теоретической и прикладной механики им. С.А. Христиановича СО РАН, г. Новосибирск. E-mail: maestro_viko@ngs.ru
7. Федеральный портал по научной и инновационной деятельности. URL: <http://www.sci-innov.ru/>
8. Нано-2011: сб. материалов IV Всерос. конф., Москва, 01–04 марта 2011 г. М.: ИМЕТ РАН, 2011. 574 с.
9. Модернизация экономики России и инновации. URL: <http://www.km.ru>
10. Инновационные технологии в строительстве. URL: <http://www.stroylist.ru>
11. Инновационные технологии в медицине. URL: <http://www.laserdoc.ru>
12. Путешествие по мозгу. Нанотехнологии будут применять для борьбы с раком. URL: <http://www.innovationblog.ru>
13. Инновационные технологии. Военная техника. Новости рынка высоких технологий. URL: <http://www.tb7.ru>
14. Патрикеев Л. Нанобетоны // Наноиндустрия. 2008. №2. С.14–15.
15. Инновационные материалы и технологии в строительстве. URL: <http://www.goodgoods.ru>

Поступила в редакцию / Original article submitted: 13.04.2013

УДК 330.341.1:62

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ НАНОПОРОШКОВ

Макаров Д.В.

Филиал Дальневосточного Федерального государственного университета, 683031,
г. Петропавловск-Камчатский, ул. Тушканова, 11/1

E-mail: danil.makarov.pk@yandex.ru

В работе рассмотрен вопрос об экологической безопасности применения нанопорошков в мире, а также некоторые аспекты разработки стандартов безопасности наноматериалов.

Ключевые слова: нанотехнологии, безопасность, экология, nanoиндустрия

© Макаров Д.В., 2013

MSC 82D80

ENVIRONMENTAL SAFETY NANOPOWDERS

Makarov D.V.

Branch of the Far Eastern Federal State University, 683031, Petropavlovsk-Kamchatsky,
Tushkanova st., 11/1, Russia

E-mail: danil.makarov.pk@yandex.ru

A question about the environmental safety of the nano world, as well as some aspects of the development of safety standards nanomaterials.

Key words: nanotechnology, safety, environment, nano-industry

© Makarov D.V., 2013

Совокупность научных данных о наноматериалах указывает на то, что они относятся к новому классу продукции, и характеристика их потенциальной опасности для здоровья человека и состояния среды обитания во всех случаях является обязательной [1].

В связи с данным обстоятельством изучение безопасности наноматериалов, создание методологии по оценке их биосовместимости, биodeградируемости, токсичности, разработка нормативных документов являются актуальными проблемами для мирового сообщества [2].

Во многих странах деятельность, связанная с решением проблем определения уровня безопасности нанотехнологий, наноматериалов для животных, человека и окружающей среды, интенсивно развивается [3].

Рабочая группа по промышленным наноматериалам при Организации экономического сотрудничества и развития (ОЭСР) является одной из международных организаций, занимающихся координацией работ по биобезопасности применения наноматериалов. В выполнении межгосударственной программы по выявлению потенциальной опасности наноматериалов принимают участие Австралия, Бельгия, Канада, Чешская республика, Дания, Франция, Германия, Ирландия, Италия, Япония, Корея, Нидерланды, Новая Зеландия, Норвегия, Испания, Швеция, Великобритания, США, Китай, Таиланд. В большинстве этих стран ведутся работы по мониторингу содержания наноматериалов в окружающей среде, выявлению потенциальной токсичности для живых организмов, изучению социальных и экономических аспектов нанотехнологий [4].

Фактически страны-участницы рабочей группы приступают к разделу рынка этих исследований. Наиболее активные страны, участвующие в межгосударственной программе по выявлению потенциальной опасности наноматериалов, – это США, Япония и Великобритания. Между ними существует определенная специализация: США исследуют токсичность наноматериалов, загрязнение окружающей среды, занимаются проблемой терроризма с использованием нанопродуктов; Япония изучает токсичность наноматериалов; Великобритания ведет разработку стандартов безопасности наноматериалов.

Традиционные лидеры в области исследования биобезопасности применения наноматериалов – США и Канада (последняя специализируется в узком диапазоне исследований токсичности наноматериалов в разрезе нанопорошков, сложных оксидов и смесей).

Начальный этап исследований биобезопасности применения наноматериалов в США отождествляется с обнародованием Национальной нанотехнологической инициативы (The National Nanotechnology Initiative – NNI) в 2000 году.

Таблица

Финансирование NNI млрд дол. / год [6].

№	Годы	Финансирование млрд дол.
1	2001	0,464
2	2007	1,26
3	2008	1,44
4	2009	1,58

Первостепенной задачей поставленной перед NNI выступила координация нанотехнологической активности 26 федеральных агентств. Это межведомственная программа для оценки опасных для здоровья людей химических агентов на основе использования современных токсикологических тестов [5].

В рамках этой программы 6-ю федеральными агентствами США ведется изучение потенциального риска применения наноматериалов для здоровья человека. Одна из основных задач данных исследований – разработка нормативной и методической базы для оценки безопасности производства и использования нанопродуктов. Заявленные участники программы, ведущие государственные организации США и ряд крупных компаний производителей наноматериалов, таких как BASF, DuPont и др. Деятельность американских организаций характеризуется широким кругом исследуемых вопросов и фундаментальностью.

Американское общество по испытанию материалов (American Society for Testing and Materials – ASTM) разработало стандарты, касающиеся терминов, методов измерения и характеристики наночастиц, а также спецификации наноматериалов [7].

Национальный институт стандартов и технологий (National Institute of Standards and Technology – NIST) поддерживает разработку методов для характеристики и оценки свойств стандартного оборудования, разработку стандартных референс-материалов и исследования по созданию новых аналитических методов и технологий измерений. В 2006 году принят первый стандарт – E2456-06 «Стандарт по терминологии для нанотехнологии». Планируются к выпуску референс-материалы коллоидальных частиц золота размером 10, 30, и 60 нм в суспензии [8].

Национальный институт по охране труда и здоровья (National Institute for Occupational Safety and Health – NIOSH) является ответственным за проведение научно-исследовательских работ в области профессионального травматизма и профзаболеваний и за разработку стандартов. Он занимает главенствующую позицию в области изучения профессиональной гигиены работающих с наноматериалами. В составе NIOSH действует Nanotechnology Research Center (NTRC), одной из задач которого является внедрение в практику результатов национальных и международных исследований по обеспечению безопасности и охране здоровья сотрудников на рабочем месте. В 2005 году NIOSH выпустил рекомендации по безопасности для работающих с нанотехнологиями «Подходы к безопасности нанотехнологий: информационный обмен с NIOSH» [9].

Национальный институт гигиены окружающей среды (National Institute of Environmental Health Sciences – NIEHS) занимается изучением действия промышленных нанотехнологий на здоровье человека. NIEHS возглавляет Национальную токсикологическую программу (National Toxicology Program, NTP), в которой задействованы многие институты и агентства, а также участвует в исследованиях по токсикологической оценке специфических инженерных наноматериалов [10].

Американское агентство по охране окружающей среды (Environmental Protection Agency – EPA) проводит исследования экологической безопасности продуктов, созданных с использованием наноматериалов. В первую очередь это касается изделий, содержащих в своем составе наночастицы серебра, обладающих антимикробным действием [11].

Управление по контролю за продуктами и лекарствами США (Food and Drug Administration – FDA) ответственно за обеспечение безопасности, эффективности и надежности лекарств, медицинских приборов, биотехнологических продуктов, тканевых продуктов, вакцин, косметики и лекарственных препаратов, созданных с ис-

пользованием нанотехнологий для человека и животных [12]. В 2006 году создана Специальная внутренняя комиссия FDA по нанотехнологии (FDA Nanotechnology Task Force) для оценки безопасности продуктов, содержащих наноматериалы. FDA принято решение, что в настоящий момент не будет предъявляться дополнительных требований к исследованию безопасности продуктов, изготовленных с использованием нанотехнологий, пока не установлен статус таких продуктов и нет перечня информации, которую должны предоставлять производители в FDA. Компании пока обязаны предоставить доказательства безопасности и эффективности применения новинок согласно существующим регламентам.

Вместе с тем FDA отмечает, что с учетом скорости развития и огромных потенциальных возможностей нанотехнологий в фармацевтической сфере следует создать законодательную базу для их регулирования. Рекомендуются разработать руководство для оценки пользы и риска лекарственных препаратов и изделий медицинского назначения, которые могут быть созданы с применением нанотехнологий.

В этой области FDA тесно сотрудничает с Национальным институтом стандартов и технологий и Лабораторией характеристики нанотехнологий (Nanotechnology Characterization Laboratory – NCL) при Национальном институте рака (National Cancer Institute). NCL оказывает поддержку в доклинической характеристике новых лекарственных нанопрепаратов (Investigative New Drug – IND), передающихся на рассмотрение и одобрение в FDA, и в разработке стандартов и стандартизированных методов измерения наноматериалов, используемых для медицинских целей.

Среди приоритетных целей NCL выделяются:

- разработка и стандартизация Аналитического каскада (Assay Cascade Protocols) для характеристики наноматериалов;
- идентификация и характеристика критических параметров, связанных с наноматериалами (абсорбция, распределение, метаболизм, выведение и профили токсичности наноматериалов), с использованием моделей животных;
- исследование биологических и функциональных характеристик мультикомпонентных / комбинированных наносодержащих терапевтических средств, молекулярных и клинических диагностик для детекции [13].

Исследования Европейского союза в области биобезопасности применения наноматериалов хронологически отстают от исследований, проводимых в США. Только в 2004 году была принята Европейская стратегия в области нанотехнологий, в которой было указано на необходимость оценки потенциальной опасности нанотехнологий для здоровья человека и окружающей среды. Несколько позднее Научным комитетом – The Scientific Committee on Emerging and Newly Identified Health Risks (SCENIHR) – проводились открытые консультации для выработки рекомендаций по оценке этого риска. После проведенных консультаций SCENIHR опубликовал отчет о возможности применения уже существующих методологий для оценки потенциальной опасности нанопродуктов. Отчет не содержал четких методологических рекомендаций и носил в большей степени ознакомительный, нежели содержательный характер [14].

В начале 2007 года SCENIHR опубликовал новый документ, имеющий более содержательный характер. В отчете детально проанализированы возможности применения изложенных в технических руководствах по химическим веществам методологий для оценки риска, связанного с использованием наноматериалов.

В обновленной версии отчета в выводах SCENIHR говорится о том, что экотоксикологические свойства наноматериалов могут отличаться от свойств веществ в больших количествах, и поэтому связанный с ними риск должен оцениваться конкретно в каждом отдельном случае. Существующие в настоящее время методологии оценки риска требуют некоторой модификации. В частности, существующие токсикологические и экотоксикологические методы могут оказаться недостаточными для решения всех вопросов, возникающих в связи с наночастицами.

Государство Великобритании, как член Европейского союза, принимает активное участие в организации исследований в области биобезопасности применения наноматериалов и параллельно проводит собственные исследования в данной области. Главное направление исследований – оценка риска воздействия наночастиц на человека и окружающую среду в нанопромышленности. Британским институтом стандартов (British Standards Institute – BSI) разработаны Руководства по обеспечению безопасности при работе с нанотехнологиями. Подготовлены документы в соответствии с ISO/TC299 в области терминологии [15].

В Азиатско-Тихоокеанском регионе в частности в таких странах, как Япония и Китай, ведутся активные исследования по оценке потенциальных рисков, связанных с производством наноматериалов. Работа фокусируется на подготовке протоколов тестов по определению токсичности (главным образом, определение токсичности при вдыхании) и методологии оценки риска, связанного с производством наноматериалов. В Китае разработан ряд Национальных стандартов, касающихся терминологии (GB/T19619-2004); измерения частиц (GB/T13221-2004, GB/T19587-2004; GB/T19627-2005) и спецификации наноматериалов (GB/T19588-2004 - GB/T19591-2004).

Международное сотрудничество в сфере экологической безопасности нанотехнологий на современном этапе ограничено.

Одним из немногих примеров консолидации усилий мирового сообщества в данной сфере может выступить деятельность международной организации по стандартизации (International Organization for Standardization – ISO) в части создания в 2005 году «Технического комитета 229 – Нанотехнологии» (ISO/TC 229). Основной целью ISO/TC 229 выступила разработка международных стандартов в таких областях, как терминология и номенклатура, метрология и приборы, спецификация референс-материалов, методология тестирования, моделирование и имитация, а также для подготовки научных инструкций для здравоохранения и по безопасности окружающей среды [16].

Иные формы международного взаимодействия в сфере исследований биобезопасности применения наноматериалов, за исключением деятельности Организации экономического сотрудничества и развития (ОЭСР), менее продуктивны и носят в большей степени декларативный характер.

Доминирующей формой международной консолидации усилий в данной сфере в настоящее время является проведение семинаров Европейским центром экотоксикологии и токсикологии химических продуктов (European Centre for Ecotoxicology and Toxicology of Chemicals, ECOTOX) и Международным центром ученых (Woodrow Wilson International Center for Scholars) в Вашингтоне [17], [18].

Исследования в области биобезопасности применения наноматериалов в России проводятся с отставанием от мирового сообщества. Только в конце 2007 года утверждена Постановлением Главного государственного санитарного врача Российской Федерации, академика РАМН Г.Г.Онищенко от 31.10.2007 года №79 «Концепция

токсикологических исследований, методологии оценки риска, методов идентификации и количественного определения наноматериалов», положившая начало фундаментальным исследованиям в данной сфере [19].

В Концепции отражена необходимость изучения в полной мере каждого индивидуального наноматериала в токсикологическом аспекте с определением допустимой суточной дозы или условно переносимого недельного (месячного) поступления для оценки риска при производстве для работающих лиц и при использовании наноматериалов. Большое внимание уделяется необходимости создания информационных ресурсов по биобезопасности наноматериалов. Даны определения, классификация и область применения наноматериалов, наночастиц и нанотехнологий.

В реализации разных разделов Концепции принимают активное участие «Российская корпорация нанотехнологий», НИУ Роспотребнадзора, НИУ РАН, РАМН, РАСХН, Министерство образования и науки Российской Федерации, НИИ питания РАМН, НИИ эпидемиологии и микробиологии им. Н.Ф.Гамалеи РАМН, НИИ биомедицинской химии им. В.Н.Ореховича РАМН, НИИ экологии человека и гигиены окружающей среды им. А.Н.Сысина РАМН, НИИ медицины труда РАМН, ГНЦ Российской Федерации Институт медико-биологических проблем РАН, Московский государственный университет Министерства образования и науки Российской Федерации, Центральный НИИ эпидемиологии Роспотребнадзора, Федеральный научный центр гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана Роспотребнадзора [20].

Библиографический список

1. Особенности физико-химических свойств нанопорошков и наноматериалов: учебное пособие для вузов / А. П. Ильин, О.Б. Назаренко, А.В. Коршунов, Л.О. Толбанова; Нац. исслед. Том. политехн. ун-т. Томск: ТПУ, 2010. 217 с.
2. United Nations Environment Programme. URL: <http://www.unep.org/>
3. Экологическая безопасность наночастиц, наноматериалов и нанотехнологий: учеб. пособие / Т. А. Трифонова, Л. А. Ширкин. Владимир: Владимир. гос. ун-т, 2009. 64 с.
4. Рабочая группа по промышленным наноматериалам при Организации экономического сотрудничества и развития (ОЭСР). URL: <http://www.oecd.ru>
5. Национальная нанотехнологическая инициатива США [The National Nanotechnology Initiative – NNI]. URL: <http://www.nano.gov/>
6. Аналитическое агентство US NanoBusiness Alliance. URL: <http://www.nanobusiness.org/>
7. Американское общество по испытанию материалов США [American Society for Testing and Materials – ASTM]. URL: <http://www.astm.org/>
8. Национальный институт стандартов и технологий США [National Institute of Standards and Technology – NIST]. URL: <http://www.nist.gov/>
9. Национальный институт по охране труда и здоровья США [National Institute for Occupational Safety and Health – NIOSH]. URL: <http://www.cdc.gov/NIOSH>
10. Национальный институт гигиены окружающей среды США [National Institute of Environmental Health Sciences – NIEHS]. URL: <http://www.niehs.nih.gov/>
11. Американское агентство по охране окружающей среды [Environmental Protection Agency – EPA]. URL: <http://www.EPA.gov>

12. Управление по контролю за продуктами и лекарствами США [Food and Drug Administration – FDA]. URL: <http://www.fda.gov/>
13. Национальный институт стандартов и технологий США [Nanotechnology Characterization Laboratory – NCL]. URL: <http://ncl.cancer.gov/>
14. Научный комитет ЕС [The Scientific Committee on Emerging and Newly Identified Health Risks (SCENIHR)]. URL: <http://ec.europa.eu>
15. Британский институт стандартов [British Standards Institute – BSI]. URL: <http://www.bsi-global.com/en>
16. Международная организация по стандартизации [International Organization for Standardization – ISO]. URL: <http://www.iso.org/>
17. Европейский центр экотоксикологии и токсикологии химических продуктов [European Centre for Ecotoxicology and Toxicology of Chemicals, ECOTOP]. URL: <http://www.ecetoc.org/>
18. Международный центр ученых [Woodrow Wilson International Center for Scholars]. URL: <http://www.wilsoncenter.org/>
19. Концепция токсикологических исследований, методологии оценки риска, методов идентификации и количественного определения наноматериалов: постановление от 31.10.2007 г. №79 Гл. гос. сан. врача РФ, акад. РАМН Г.Г. Онищенко // Гарант: информ.-прав. портал. URL: <http://www.garant.ru>
20. Наноматериалы // Роспотребнадзор: сайт. URL: 9000innovations.ru/kompanii/vektor-fgun-gnc-vb-gospotrebnadzora/

Поступила в редакцию / Original article submitted: 20.04.2013



**IV МЕЖДУНАРОДНАЯ
КОНФЕРЕНЦИЯ «НЕЛОКАЛЬНЫЕ КРАЕВЫЕ
ЗАДАЧИ И РОДСТВЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ
МАТЕМАТИЧЕСКОЙ БИОЛОГИИ,
ИНФОРМАТИКИ И ФИЗИКИ»**

4–8 декабря 2013 г.

**Кабардино-Балкарская Республика,
г. Нальчик – пос. Терскол (Приэльбрусье)**

Информационное письмо

Глубокоуважаемые коллеги!

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Научно-исследовательский институт прикладной математики и автоматизации Кабардино-Балкарского научного центра Российской академии наук (НИИ ПМА КБНЦ РАН), Международный институт математики, нано- и информационных технологий Адыгской (Черкесской) Международной академии наук (МИМНИТ АМАН) с 4–8 декабря 2013 года проводят IV Международную конференцию «Нелокальные краевые задачи и родственные проблемы математической биологии, информатики и физики» и XI Школу молодых ученых «Нелокальные краевые задачи и проблемы современного анализа и информатики».

Мероприятия приурочены к 75-летию доктора физико-математических наук, профессора; заслуженного деятеля науки Российской Федерации, Кабардино-Балкарской Республики, Карачаево-Черкесской Республики и Республики Адыгея; основателя и Президента Адыгской (Черкесской) Международной академии наук; действительного члена Адыгской (Черкесской) Международной академии наук, Российской академии естественных наук, Петровской академии наук и искусств; почетного академика Академии наук Абхазии, Испанской академии наук, технологии и профессионального образования; дважды лауреата государственной премии Кабардино-Балкарской Республики в области науки и техники А.М. Нахушева.

Рабочие языки конференции – русский и английский.

Оргкомитет конференции

Председатель: Нахушев А.М. (НИИ ПМА КБНЦ РАН, МИМНИТ АМАН, Россия, Нальчик).

Члены оргкомитета: Алероев Т.С. (Россия, Москва), Гварамя А.А. (Абхазия, Сухум), Дженалиев М.Т. (Казахстан, Алматы), Жегалов В.И. (Россия, Казань), Зарубин А.Н. (Россия, Орел), Иванов П.М. (Россия, Нальчик), Кальменов Т.Ш. (Казахстан, Алматы), Кожанов А.И. (Россия, Новосибирск), Кусраев А.Г. (Россия, Владикавказ), Мейланов Р.П. (Россия, Махачкала), Моисеев Е.И. (Россия, Москва), Нахушева В.А. (Россия, Нальчик), Озтюрк И. (Турция, Кайсери), Петров И.Б. (Россия, Москва), Попиванов Н.И. (Болгария, София), Прилепко А.И. (Россия, Москва), Псху А.В. (Россия, Нальчик), Пулькина Л.С. (Россия, Самара), Раджабов Н.Р. (Таджикистан, Душанбе), Радойков А. (Македония, Штип), Репин О.А. (Россия, Самара), Руткаускас С. (Литва, Вильнюс), Сабитов К.Б. (Россия, Стерлитамак), Салахитдинов М.С. (Узбекистан, Ташкент), Салихов К.М. (Россия, Казань), Сербина Л.И. (Россия, Нальчик), Солдатов А.П. (Россия, Белгород), Сухинов А.И. (Россия, Таганрог), Учайкин В.В. (Россия, Ульяновск), Шхануков-Лафишев М.Х. (Россия, Нальчик).

Ученый секретарь: Энеева Л.М. (Россия, Нальчик)

Основные направления работ конференции

В ходе работы конференции будут рассмотрены актуальные проблемы и современное состояние научных исследований в области обыкновенных дифференциальных уравнений и уравнений в частных производных, локальных и нелокальных краевых задач, дробного исчисления, теории фракталов, моделирования нелокальных процессов и сред с памятью, уравнений состояния вещества и наносистем; оптимального управления, интеллектуальных систем и систем информационной безопасности.

Будут работать следующие секции:

1. Краевые задачи для дифференциальных уравнений, родственные проблемы теории функций и функционального анализа.
2. Дробное исчисление и анализ на фракталах.
3. Математическое моделирование нелокальных физических, биологических и социально-экономических процессов, явлений самоорганизации в средах с фрактальной структурой и памятью.
4. Теория обучения машин и интеллектуального анализа данных и знаний. Открытие конференции состоится в г. Нальчике 5 декабря 2013 г. Проведение конференции планируется в Приэльбрусье – пос. Терскол.

Заявка на участие

Зарегистрироваться для участия в конференции можно на сайте конференции или отправить заявку по электронной почте на адрес конференции vkmy@piirpa.ru.

Регистрация открыта до 28.10.2013 г.

Заявка включает следующие поля: 1. Фамилия, имя, отчество.

2. Название организации (полное и сокращенное).

3. Должность, ученая степень, ученое звание.

4. Дата рождения.

5. Почтовый адрес организации.

6. Телефон, факс.

7. E-mail.

8. Название доклада.

9. Вид доклада (пленарный – 30 мин., секционный – 15 мин., стендовый).

10. Номер секции.

11. Форма участия (очное с докладом, очное без доклада в качестве слушателя, стендовый доклад, заочное с публикацией доклада в сборнике материалов, участие в web-конференции).

Регистрация будет признана успешной в случае обязательного заполнения всех полей.

Правила оформления материалов доклада

Объём доклада – не более 4 страниц формата A5, 11 pt, набранных с использованием пакета LaTeX с заголовком формата:

```
\documentclass[11pt]{article}
\textwidth=108mm
```

```
\textheight=165mm
\begin{document}
УДК
\begin{center}
{\bf \text{Фамилия И.О.}}\\
{\bf \text{Название}}\\
\text{Название организации (страна, город)}\\
e-mail: электронный адрес почты
\end{center}

Текст материалов

\smallskip
\centerline{\bf Литература}
\begin{enumerate}
\item {\it \text{Фамилия1 И.О., Фамилия2 И.О.}} \text{Название книги.}
\text{Город: Изд-во, год. Кол-во страниц с. } \\
\item {\it \text{Фамилия1 И.О., Фамилия2 И.О.}} \text{Название статьи}
// \text{Название журнала. Год. Т. Номер тома, № Номер журнала. С. - ...}
\end{enumerate}
\end{document}
```

Автоматические ссылки на формулы и список литературы не допускаются. Электронный вариант шаблона оформления материалов можно найти на сайте конференции.

Электронный вариант заявки и материалов доклада (tex-файл, jpg или pdf-файл, содержащий отсканированный бумажный вариант статьи с подписями авторов на первой странице) следует направлять по адресу vkmy@niipma.ru до 28.10.2013 г. В случае наличия соавторов статьи необходимо представить акт о разграничении авторских прав (форму акта о разграничении авторских прав можно найти на сайте конференции).

Имя файла должно состоять из фамилии автора и инициалов, написанных латинскими буквами, например если автор статьи Иванов Иван Петрович, то файл должен называться IvanovIP.tex, IvanovIP.pdf, IvanovIP.jpg, IvanovIP.zip, IvanovIP.rar.

Включение доклада в программу работы конференции будет проводиться на основании решения экспертной комиссии Оргкомитета. После заключения о возможности опубликования материалов доклада автору будет выслано промежуточное информационное сообщение.

Условия публикации:

1. Положительное решение экспертной комиссии.
2. Оплата публикационного взноса для участия в конференции в размере 500 руб., для участия в школе в размере 300 руб. (в стоимость входят почтовые расходы по пересылке).

Сборники материалов IV Международной конференции «Нелокальные краевые задачи и родственные проблемы математической биологии, информатики и физики» и XI Школы молодых ученых «Нелокальные краевые задачи и проблемы современного анализа и информатики» планируется издать к началу конференции. Рассылка сборника заочным участникам будет проведена после окончания конференции.

Контактная информация

Почтовый адрес: 360000, г. Нальчик, ул. Шортанова, 89А, НИИ ПМА КБНЦ РАН, IV Международная конференция «Нелокальные краевые задачи и родственные проблемы математической биологии, информатики и физики» и XI Школа молодых ученых «Нелокальные краевые задачи и проблемы современного анализа и информатики»

E-mail: niipma@mail333.com; vkmy@niipma.ru

Телефоны: (8662)42-38-76, (8662)42-20-29

8(988)921-22-23 – ученый секретарь Энеева Лиана Магомедовна

Факс: 8(8662)42-70-06

Адрес сайта конференции: www.vkmy.niipma.ru

Адрес сайта НИИ ПМА КБНЦ РАН: www.niipma.ru



**РЕСПУБЛИКАНСКАЯ НАУЧНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
С УЧАСТИЕМ УЧЕНЫХ ИЗ СТРАН СНГ
«СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ
ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ
И ИХ ПРИЛОЖЕНИЯ»
21–23 НОЯБРЯ 2013 Г.
Г. ТАШКЕНТ**

Первое информационное сообщение

Институт математики совместно с механико-математическим факультетом Национального университета Узбекистана организуют республиканскую научную конференцию с участием ученых из стран СНГ "Современные проблемы дифференциальных уравнений и их приложения". Конференция будет проходить в г. Ташкенте с 21 по 23 ноября 2013 года.

Организационный комитет

Мухамедов Г.И. – председатель;
Аюпов Ш.А. – сопредседатель;
Салахитдинов М.С. – сопредседатель;
Алимов Ш.А. – сопредседатель;
Шоимкулов Б.А. – зам. председателя;
Ашуров Р.Р. – зам. председателя.

Члены оргкомитета

Азамов А. (Ташкент, Узбекистан), Арипов М.М. (Ташкент, Узбекистан), Бердышев А.С. (Алматы, Казахстан), Дженалиев М.Т. (Алматы, Казахстан), Дурдиев Д. (Бухара, Узбекистан), Егоров И.Е. (Якутск, Россия), Зикиров О.С. (Ташкент, Узбекистан), Ильин В.А. (Москва, Россия), Исломов Б. (Ташкент, Узбекистан), Кальменов Т.Ш. (Алматы, Казахстан), Кожанов А.И. (Новосибирск, Россия), Мирсабуров М. (Термез, Узбекистан), Моисеев Е.И. (Москва, Россия), Нахушев А.М. (Нальчик, Россия), Отелбаев М. (Алматы, Казахстан), Псху А.В. (Нальчик, Россия), Пулькина Л.С. (Самара, Россия), Репин О.А. (Самара, Россия), Сабитов К.Б. (Стерлитамак, Россия), Садуллаев А. (Ташкент, Узбекистан), Сербина Л.И. (Нальчик, Россия), Солдатов А.П. (Новгород, Россия), Тахиров Ж.О. (Ташкент, Узбекистан), Уринов А.К. (Фергана, Узбекистан), Фармонов Ш.К. (Ташкент, Узбекистан),

Хасанов А. (Ташкент, Узбекистан), Хасанов А.Б. (Ургенч, Узбекистан), Халмухамедов О.Р. (Ташкент, Узбекистан), Шодиметов Х. (Ташкент, Узбекистан).

Программный комитет

Азамов А. (Ташкент, Узбекистан),
Арипов М.М. (Ташкент, Узбекистан),
Зикиров О.С. (Ташкент, Узбекистан),
Исломов Б. (Ташкент, Узбекистан),
Садыбеков М.А. (Алматы, Казахстан),
Касимов Ш.Г. (Ташкент, Узбекистан),
Мирсабуров М. (Ташкент, Узбекистан),
Нахушева В.А. (Нальчик, Россия),
Омиров Б.А. (Ташкент, Узбекистан),
Худойбергганов Г. (Ташкент, Узбекистан),
Фаёзов К.С. (Ташкент, Узбекистан),
Шарипов О.Ш. (Ташкент, Узбекистан),
Шодиметов Х. (Ташкент, Узбекистан).

Секретариат

Исломов Б.,
Исамухамедов С.,
Мамадалиев Н.К.,
Рузиев М.Х.,
Кадиркулов Б.Ж.,
Курбонов О.,
Абдуллаев О.Х.,
Каримов Э.Т.,
Абдукодиров А.Т.,
Мадрахимова З.С.

Научная программа конференции

Научная программа конференции охватывает следующие направления: обыкновенные дифференциальные уравнения, уравнения с частными производными, уравнения математической физики, теория операторов, спектральная теория, функциональные пространства, теоремы вложения, теория приближений, математическое моделирование, а также другие направления, связанные с теорией дифференциальных уравнений.

Программа конференции будет включать пленарные доклады, секционные и стендовые доклады.

Основные секции конференции

- 1) краевые задачи для вырождающихся уравнений и уравнений смешанного типа;
- 2) неклассические задачи математической физики;
- 3) спектральная теория операторов и родственные проблемы анализа;
- 4) динамические системы, оптимальные управления и теория игр;
- 5) теория операторных алгебр.

Рабочие языки конференции – узбекский и русский.

Регистрация

Для регистрации следует заполнить прилагаемую ниже регистрационную форму, которую после заполнения следует прислать по адресу conf.tashkent@gmail.com.

Окончание регистрации участников: **15 сентября 2013 г.**

Регистрационный взнос для участников конференции из Узбекистана установлен в размере 40000 сум, а для участников конференции из России и стран СНГ установлен в размере 50 долларов США (оплата принимается в суммах по официальному курсу доллара центр. банка РУз на день оплаты). Информация о сроках и способах оплаты регистрационного взноса будет размещен на сайте конференции.

Тезисы

К началу конференции планируется опубликовать сборник тезисов. Объем тезиса не более двух страниц по шаблону:

```
\documentclass[a4paper,12pt]{article}
\usepackage{amsmath, amsfonts, amssymb}
\usepackage[english, russian]{babel}
\textheight = 230mm \textwidth = 160mm \topmargin = -2mm
\oddsidemargin=6mm \evensidemargin=6mm \makeindex
\begin{document}
\textit{УДК 517.xxx}
\begin{center}\textbf{Название тезиса}
\medskip
\textbf{\verb"Авторы"}
\smallskip
\textit{noname@mail.ru}
\end{center}
Текст доклада
Например: Рассмотрим уравнение
$$
Lu = f(x,y)\eqno (1)
$$
в области $\Omega$. Это уравнение изучен в работе [1].
\textbf{Задача.} Найти решение уравнения (1), удовлетворяющее ...
\begin{center}
\textbf{Литература}
\end{center}
1. \textbf{Автор.} \emph{Название статьи} //
Журнал.-год.-No *.- С.11-12.
\end{document}
```

Срок представления тезисов до **1 октября 2013 г.**

РЕГИСТРАЦИОННАЯ ФОРМА

Личные данные		
Фамилия *		
Имя *		
Отчество *		
Фамилия * (латинскими буквами)		
Имя * (латинскими буквами)		
Место работы * (полное название организации)		
Должность *		
Ученая степень *		
Информация о планируемом докладе		
Планируете ли выступить с докладом? *	да ?	нет ?
Пожалуйста, укажите вид доклада *	пленарный доклад ? секционный доклад ?	стендовый доклад ?
Пожалуйста, укажите одну из секций *	1. Краевые задачи для вырождающихся ... ? 2. Неклассические задачи ... ? 3. Спектральная теория ... ? 4. Динамические системы ... ? 5. Теория операторных ... ?	
Предполагаемое название доклада *		
Адрес для корреспонденции (рабочий или домашний)		
Индекс		
Страна *		
Город *		
Улица		
Номер дома		
Номер квартиры (для домашнего адреса)		
Название организации (для рабочего адреса)		
Телефон		
Факс		
E-mail *		

* отмечены обязательные для заполнения пункты

**Научные и учебные издания
КамГУ им. Витуса Беринга в 2012-2013 гг.**

НАУЧНЫЕ ИЗДАНИЯ

Монографии



Шереметьева О.В. Модели геомагнитных вариаций, обусловленных процессами в геосферных оболочках: моногр. — Петропавловск-Камч.: КамГУ им. Витуса, 2013. — 95 с. — ISBN 978-5-7968-0429-2.

В монографии рассматриваются разработанные автором математические модели возникновения вариаций геомагнитного поля: модель магнитного диполя, расположенного в очаге землетрясения представленного намагниченными породами, в основу которой положены представления о движении очага землетрясения, и модели приливного воздействия на токи, протекающие в земных оболочках, в основу которых заложен факт об изменении формы поверхности Земли и ее оболочек под воздействием лунных приливов, что приводит к деформации токовых контуров и, как следствие, к изменению магнитного поля Земли. Исследованы временные ряды геомагнитных данных геофизической обсерватории «Паратунка» на наличие приливных составляющих с частотами волн O1 и M2. Результаты исследования показали, что регистрируемые геомагнитные вариации порядка единиц-десятков нТл включают в себя вклад от локальных источников, сопоставимый с планетарным. Книга адресована научным сотрудникам, студентам и аспирантам в области физико-математических и естественных наук.



Андреев В. И. Распределение естественных радиоактивных элементов в твердых вулканитах и радиогенных газах из вулканов и гидротерм Камчатки и Курил: моногр. — Петропавловск-Камч.: КамГУ им. Витуса, 2013. — 158 с. — ISBN 978-5-7968-0490-2.

В монографии представлены результаты многолетних исследований автора — распределение естественных радиоактивных элементов в твердых вулканитах и радиогенных газах из вулканов и гидротерм Камчатки и Курильских островов. Дан краткий обзор исследований радиоактивности вулканогенных пород; рассмотрено распределение радионуклидов в вулканитах региона. Особое внимание уделено радиоактивному равновесию и условий, при которых оно нарушается. Представлены результаты исследования радиоактивности источников Новых Толбачинских вулканов, кальдер Крымской, Академии Наук, Кихпиньчского вулканического центра, района Паратунского грабена.

Книга адресована студентам и специалистам геологического и геофизического направления, а также для читателей, интересующихся радиоактивностью твердых горных пород и радиогенных газов, связанных с вулканами и гидротермальными системами; может быть пособием для таких дисциплин как ядерная геофизика, экология и других смежных направлений, связанных с радиоактивностью.



Яковлева Т. П. Становление ценностно-личностной ориентации будущего учителя математики: моногр. — Петропавловск-Камч.: КамГУ им. Витуса Беринга, 2013. — 220 с. — ISBN 978-5-7968-0501-5.

Монография посвящена актуальной проблеме профессионального образования. Представлены теоретико-практические аспекты становления ценностно-личностной ориентации будущего учителя математики.

В основу разработки педагогических условий рассматриваемого процесса положены принципы гуманизации и гуманитаризации, теории личностно-ориентированного образования, позволяющие подойти к решению данной проблемы конструктивно.

Сборники



Математика и методика ее преподавания: сб. науч.-метод. ст. для магистрантов. Вып. 8 / науч. ред. Б. М. Шевцов, отв. ред. А. П. Горюшкин. — Петропавловск-Камч. : КамГУ им. Витуса, 2013. — 92 с. — ISBN 978-5-9002-6141-7.

В сборник включены работы по дискретной и прикладной математике, содержащие оригинальные научные результаты, а также статьи по методике преподавания математики.

Издание подготовлено кафедрой математики и физики Камчатского государственного университета имени Витуса Беринга. Предназначено магистрантов физико-математических факультетов. Рекомендовано к изданию учебно-методическим советом ФГБОУ ВПО «Камчатский государственный университет имени Витуса Беринга» для магистрантов, обучающихся по направлению подготовки

010400.68 «Прикладная математика и информатика» (профиль «Математическое моделирование и вычислительные технологии»).



Математика и методика ее преподавания: сб. науч.-метод. тр. Вып. 7 / науч. ред. Б. М. Шевцов, отв. ред. А. П. Горюшкин; КамГУ им. Витуса Беринга. — Петропавловск-Камч.: КамГУ им. Витуса, 2013. — 197 с. — ISBN 978-5-7968-0441-4.

В сборник включены работы по дискретной и прикладной математике, содержащие оригинальные научные результаты, а также статьи по методике преподавания математики.

Издание подготовлено кафедрой математики и физики Камчатского государственного университета имени Витуса Беринга. Для научных работников, аспирантов, магистрантов и студентов старших курсов физико-математических факультетов. Рекомендовано к изданию учебно-методическим советом ФГБОУ ВПО «Камчатский государственный университет имени Витуса Беринга» для студен-

тов, обучающихся на математических специальностях высшего профессионального образования.



Современные проблемы геологии: сб. науч.-метод. тр. для магистрантов / науч. ред. В. М. Округин [Г. П. Авдейко]; КамГУ им. Витуса Беринга. — Петропавловск-Камч.: КамГУ им. Витуса Беринга, 2013. — 197 с. — б/н.

В сборник вошли научные публикации преподавателей кафедры географии, геологии и геофизики КамГУ им. Витуса Беринга д-ра геол.-минерал. наук Г. П. Авдейко, д-ра геол.-минерал. наук Н. И. Селиверстова, канд. геол.-минерал. наук Г. П. Пономарева и канд. геол.-минерал. наук В. М. Округина, в которых изложены результаты научных исследований по наиболее актуальным современным проблемам глубинной геодинамики, эндогенных процессов, петрологии, геохимии и вулканогенного минералообразования.

Статьи содержат разнообразные диаграммы, таблицы, справочный и методический материал по изучению современных магматических процессов и рудообразования.

Издание подготовлено кафедрой географии, геологии и геофизики КамГУ им. Витуса Беринга. Рекомендовано к изданию учебно-методическим советом ФГБОУ ВПО «Камчатский государственный университет имени Витуса Беринга» для магистрантов, обучающихся по направлению подготовки 020700.68 «Геология» (профиль «Петрология»).

УЧЕБНЫЕ ИЗДАНИЯ

Пособия



Горюшкин А. П. Краткий курс математической логики: учеб.-метод. пособие. — Петропавловск-Камч.: КамГУ им. Витуса, 2013. — 331 с. — ISBN 978-5-9002-6140-9.

В основу учебного пособия положен курс лекций по математической логике, читавшийся автором в течение ряда лет для студентов различных специальностей Камчатского государственного университета имени Витуса Беринга.

Пособие предназначено для студентов физико-математических, экономических и гуманитарных специальностей, имеющих в государственном образовательном стандарте дисциплину «Математическая логика» или «Математическая логика и теория алгоритмов» или «Дискретная математика». Представляет интерес для студентов физико-математических факультетов, а также для учителей и учащихся средних школ, гимназий и лицеев.

Рекомендовано к изданию учебно-методическим советом ФГБОУ ВПО «Камчатский государственный университет имени Витуса Беринга» в качестве учебного пособия для студентов, обучающихся по программ высшего профессионального образования по направлениям «010400.62 Прикладная математика» и «090900.62 Информационная безопасность»



Яковлева Т. П. Элементы высшей математики: учебное пособие для студентов нематематических направлений очной и заочной формы обучения / Т. П. Яковлева, З. М. Финько; КамГУ им. Витуса Беринга. — М.: Макс Пресс, 2012. — 332 с. — ISBN 978-5-317-04293-6.

Учебное пособие адресовано студентам-заочникам и студентам, не специализирующимся в области математики. Материал охватывает элементы программы курса высшей математики: множества, математическая логика, комбинаторика, теория вероятностей и математическая статистика. Теоретический материал проиллюстрирован примерами, имеются задания для закрепления, самоконтроля, тестовые задания, занимательные и логические задания. Все они сопровождаются ответами, решениями, указаниями. Приводятся сведения исторического характера.

Пособие содержит варианты контрольной работы с методическими рекомендациями по выполнению и оформлению.

Учебное пособие поможет студентам освоить элементы высшей математики, подготовиться к выполнению контрольной работы и сдаче зачетов и экзаменов.



Абузярова Г. А. Химические основы экологии: учеб.-метод. пособие / Г. А. Абузярова; КамГУ им. Витуса Беринга. — М.: Макс Пресс, 2012. — 152 с. — ISBN 978-5-317-04294-3.

Учебно-методическое пособие содержит курс лекций по важнейшим разделам экологической химии. После каждой темы представлены тестовые задания. Особое внимание в каждой лекции уделено химической сущности происхождения и развития экологических проблем, а также методов их решения. В приложении приводится учебно-методический комплекс по специальному курсу «Химические основы экологии». Рекомендовано к изданию учебно-методическим советом ФГБОУ ВПО «Камчатский государственный университет имени Витуса Беринга» в качестве учебного пособия для бакалавров и магистров, обучающихся по программам высшего профессионального образования по направлению подготовки 020400.62 «Биология».



Шереметьева О. В. Краткий курс геометрии : учеб.-метод. пособие. Часть 1 / О. В. Шереметьева; КамГУ им. Витуса Беринга. — Петропавловск-Камч. : КамГУ им. Витуса Беринга, 2013. — 241 с. — ISBN 978-5-7968-0494-0.

В учебно-методическом пособии систематизирован материал по дисциплине геометрия, читаемой для студентов I–II курсов физико-математического факультета. Материал систематизируется и обобщается так, чтобы глава или параграф главы являлся полным ответом на один из вопросов государственного экзамена, а также может быть использован студентами I–II курсов физико-математических специальностей при подготовке к семестровым экзаменам по базовому курсу геометрии. Рекомендовано к изданию учебно-методическим советом ФГБОУ ВПО «Камчатский государственный университет имени Витуса Беринга» в качестве учебно-методического пособия для студентов, обучающихся по направлению подготовки «Прикладная математика».



Ильин И. А. Теория вероятностей с основами эконометрики: учеб.-метод. пособие / И. А. Ильин ; КамГУ им. Витуса Беринга. — Петропавловск-Камч.: КамГУ им. Витуса Беринга, 2013. — 332 с. — ISBN 978-5-7968-0505-3.

В пособии содержатся основные положения вероятностно-статистического аппарата и эконо-метрики, необходимые для решения конкретных производственных задач. Приведено достаточное количество примеров и задач, которые могут быть использованы для контрольных работ и самостоятельных занятий. Описана методика решения некоторых задач с помощью популярного пакета MS Excel. Рекомендовано к изданию учебно-методическим советом ФГБОУ ВПО «Камчатский государственный университет имени Витуса Беринга» для студентов, обучающихся на экономических специальностях высшего профессионального образования.



Горюшкин А. П. Алгебра и геометрия для бакалавров : учеб.-метод. посо-бие / А. П. Горюшкин ; КамГУ им. Витуса Беринга. — Петропавловск-Камч. : КамГУ им. Витуса Беринга, 2013. — 294 с. — ISBN 978-5-9002-6120-4.

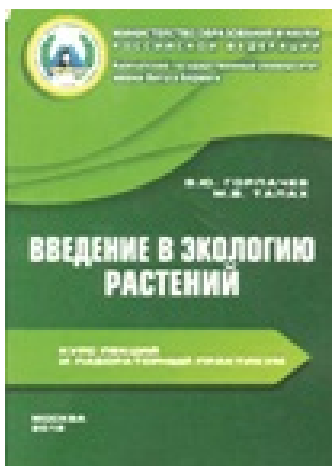
В учебном пособии кратко излагаются основные разделы курса математики для студентов, обучающихся по программам «Прикладная математика» и «Информационная безопасность». В пособии рассматриваются важнейшие алгебраические и геометрические структуры. Значительное место уделено решению типовых задач. Адресовано студентам, обучающимся и по другим инженерным, гуманитарным и физико-математическим специальностям. Рекомендовано к изданию учебно-методическим советом ФГБОУ ВПО «Камчатский государственный университет имени Витуса Беринга» в качестве учебного пособия для студентов, обучающихся по программе высшего профессионального образования по направлениям подготовки 010400.62 «Прикладная математика» и 090900.62 «Информационная безопасность».

Практикумы



Абузярова Г.А. Титриметрический анализ: лабораторный практикум по общей химии: учеб.-метод. пособие / Г. А. Абузярова; КамГУ им. Витуса Беринга. — М.: Макс Пресс, 2012. — 192 с. — ISBN 978-5-317-04308-7.

В учебно-методическом пособии изложена подробная классификация методов титриметрии (объемного анализа). Представлены теоретические основы стехиметрических и аналитических расчетов в титриметрии. Приведены общие требования к проведению и оформлению лабораторных работ по аналитической химии. Представлены методики выполнения лабораторных практикумов в соответствии с классификацией по типу химической реакции, лежащей в основе данного определения. В качестве приложения в пособии содержится учебно-методический комплекс по курсу «Общая химия». Рекомендовано к изданию учебно-методическим советом ФГБОУ ВПО «Камчатский государственный университет имени Витуса Беринга» в качестве учебного пособия для бакалавров и магистров, обучающихся по программам высшего профессионального образования по направлению подготовки 020400.62 «Биология».



Горлачев В. Ю. Введение в экологию растений: курс лекций и лабораторный практикум для студентов, обучающихся по направлению подготовки «Биология» / В. Ю. Горлачев, М. В. Талах; КамГУ им. Витуса Беринга. — М.: Макс Пресс, 2012. — 256 с. — ISBN 978-5-317-04322-3.

Курс лекций включает современные представления об экологии растений как науке о взаимозависимостях растений между собой и средой их обитания, закономерностях воздействия экологических факторов на растения, особенностях их адаптивных реакций и возможности их практического использования, общие понятия популяционной экологии растений, основы геоботаники и фитоценологии, основные принципы внутри- и межпопуляционных взаимодействий растительных организмов, а также базовые методические приемы исследования взаимодействия растений со средой и между собой на разных уровнях организации живого.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ / ABOUT THE AUTHORS



Антоненко Анна Николаевна – студентка специальности прикладная математика и информатика Камчатского государственного университета имени Витуса Беринга.

Antonenko Anna Nikolaevna – Student in Applied Mathematics and Computer Science, Vitus Bering Kamchatka State University.



Горев Денис Сергеевич – научный сотрудник лаборатории химии кремнезема в современных гидротермальных системах и аспирант научно-исследовательского геотехнологического центра ДВО РАН.

Gorev Denis Sergeevich – Researcher of Lab. Chemistry of silica in hydrothermal systems & Postgraduate Student Russian Academy of Sciences research geotechnological center.



Горюшкин Александр Петрович – кандидат физико-математических наук, доцент, заведующий кафедрой математики и физики Камчатского государственного университета им. Витуса Беринга, профессор филиала Дальневосточного федерального университета в г. Петропавловске-Камчатском.

Goryshkin Alexander Petrovich – Ph.D. (Phys. & Math.), Head of Dept., Dept. of Mathematics & Physics, Vitus Bering Kamchatka State University, Professor of Professor of of Branch of Far-Eastern Federal University in Petropavlovsk-Kamchatskiy.



Иваненко Елена Михайловна – администратор экономической образовательной программы, доцент филиала Дальневосточного Федерального университета в г. Петропавловске-Камчатском.

Ivanenko Elena Mikhailovna – Administrator Economic Education Program, Associate Professor of Branch of Far-Eastern Federal University in Petropavlovsk-Kamchatskiy.



Макаров Данил Васильевич – помощник заместителя директора по науке и инновациям, старший преподаватель филиала Дальневосточного Федерального университета в г. Петропавловске-Камчатском.

Makarov Danil Vasilievich – Assistant Deputy Director for Science and Innovation, Lecturer of Branch of Far-Eastern Federal University in Petropavlovsk-Kamchatskiy.



Паровик Роман Иванович – кандидат физико-математических наук, научный сотрудник лаборатории моделирования физических процессов Института космифизических исследований и распространения радиоволн ДВО РАН, доцент филиала Дальневосточного федерального университета в г. Петропавловске-Камчатском.

Parovik Roman Ivanovich – Ph.D. (Phys. & Math.), Researcher of Lab. Modeling of physical processes, Institute of Cosmophysical Researches and Radio Wave Propagation FEB RAS., Associate Professor of Branch of Far-Eastern Federal University in Petropavlovsk-Kamchatskiy.



Попова Ася Владимировна – научный сотрудник лаборатории математического моделирования Камчатского государственного университета им. Витуса Беринга, аспирантка Института космифизических исследований и распространения радиоволн ДВО РАН,

Popova Asya Vladimirovna – Researcher of Lab. Mathematical Modeling Vitus Bering Kamchatka State University, Postgraduate Student, Institute of Cosmophysical Researches and Radio Wave Propagation FEB RAS.



Потапов Вадим Владимирович – доктор технических наук, заведующий лабораторией геохимии кремния в современных геотермальных системах научно-исследовательского геотехнологического центра ДВО РАН, профессор филиала ДВФУ в г. Петропавловске-Камчатском.

Potapov Vadim Vladimirovich – Dr. Sci. (Tech.), Head Lab. of Geochemistry of silicon in modern hydrothermal processes Russian Academy of Sciences research geotechnological center, professor of Branch of Far-Eastern Federal University in Petropavlovsk-Kamchatskiy.



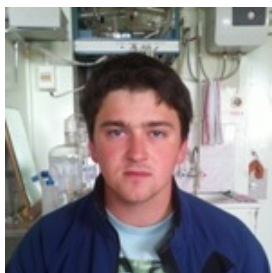
Соломатин Алексей Владимирович – научный сотрудник лаборатории тепломассопереноса института вулканологии и сейсмологии ДВО РАН.

Solomatina Alexey Vladimirovich – Researcher of Lab. Heat and Mass Transfer Institute of Volcanology and Seismology FEB RAS.



Фирстов Павел Павлович – доктор физико-математических наук, заведующий лабораторией акустического и радонового мониторинга Камчатского филиала геофизической службы РАН.

Firstov Pavel Pavlovich – Dr. Sci. (Phys & Math), Head of Lab. Acoustic & Radon monitoring Kamchatkan experiment & methodical seismological department, Geophysical service RAS.



Шалаев Кирилл Сергеевич – научный сотрудник лаборатории химии кремнезема в современных гидротермальных системах и аспирант научно-исследовательского геотехнологического центра ДВО РАН.

Shalaev Kirill Sergeevich – Researcher of Lab. Chemistry of silica in hydrothermal systems & Postgraduate Student Russian Academy of Sciences research geotechnological center.



Шереметьева Ольга Владимировна – кандидат технических наук, научный сотрудник лаборатории моделирования физических процессов Института космофизических исследований и распространения радиоволн ДВО РАН, доцент кафедры математики и физики Камчатского государственного университета имени Витуса Беринга.

Sheremet'yeva Olga Vladimirovna – Ph.D. (Tech.), Researcher of Lab. Modeling of physical processes, Institute of Cosmophysical Researches and Radio Wave Propagation FEB RAS., Associate Professor, Dept. of Mathematics and Physics, Vitus Bering Kamchatka State University.

ТЕМАТИКА ЖУРНАЛА И ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ

В журнале «Вестник КРАУНЦ. Физико-математические науки» публикуются результаты фундаментальных и прикладных исследований в области физико-математических наук (математическое моделирование в естествознании и социально-гуманитарных системах, математическая физика, информационные и вычислительные технологии, нанотехнологии, математика и методика ее преподавания), в том числе результаты диссертационных исследований на соискание ученой степени доктора и кандидата наук. В журнале также публикуются рецензии, информационные сообщения, сведения о научных мероприятиях, конгрессах, конференциях, симпозиумах, семинарах и т.д.

Журнал основан в августе 2010 г., зарегистрирован Федеральной службой по надзору за соблюдением законодательства в сфере массовых коммуникаций и охране культурного наследия (свидетельство о регистрации средства массовой информации ПИ № ФС 77-41501 от 04.08.2010 г.).

Журнал выходит 2 раза в год в печатной и электронной версиях (<http://mfit.ikir.ru>), включен в российский индекс научного цитирования (<http://www.elibrary.ru>). Полнотекстовая версия журнала размещается в электронной библиотеке КамГУ им. Витуса Беринга (<http://bibl.kamgpru.ru>).

Рассылка обязательных экземпляров журнала осуществляется согласно федеральному закону от 26.03.2008 г. № 28-ФЗ.

Рукописи аспирантов публикуются бесплатно.

На журнал можно оформить подписку по каталогу российской прессы «Почта России»: годовой подписной индекс – 83736, полугодовой – 83735.

Рецензирование

Журнал является рецензируемым. Для экспертной оценки рукописи привлекаются ведущие специалисты в области физико-математических наук. Все изменения (редакторская правка) согласовываются с автором рукописи. В случае признания рукописи не соответствующей правилам о представлении рукописей и / или отрицательной оценки экспертов (рецензентов), автор оповещается о необходимости в переработке рукописи или об отказе в ее публикации. В последнем случае редакция направляет автору мотивированный отказ.

Общие требования

1. В структуру статьи должны входить: на русском и английском языках название статьи, ФИО авторов, название учреждения, где выполнена работа, аннотация (резюме), ключевые слова, а также индексы статьи УДК и MSC. Далее введение, цель исследования, материал и методы исследования, результаты исследования и их обсуждение, выводы или заключение, список литературы.

2. Таблицы должны содержать только необходимые данные и представлять собой обобщенные и статистически обработанные материалы. Каждая таблица снабжается заголовком и вставляется в текст после абзаца с первой ссылкой на нее.

3. Каждый рисунок должен иметь подпись (под рисунком), в которой дается объяснение всех его элементов. Рисунки можно предоставлять в форматах: jpg, png, eps.

4. Библиографические ссылки в тексте статьи следует давать в квадратных скобках в соответствии с упоминанием их в тексте. Список литературы для оригинальной статьи – не менее 5 и не более 25 источников. Для научного обзора – не более 50 источников. Список литературы составляется в алфавитном порядке – сначала отечественные, затем зарубежные авторы и оформляется в соответствии с ГОСТ Р 7.0.5 2008.

5. Объем статьи не должен превышать 15 страниц формата А4. Статья принимается в форматах tex или doc. Для статьи, подготовленной в издательской системе Latex необходимо воспользоваться журнальным классом mfitjournal.cls. Скачать его можно на сайте журнала <http://mfit.ikir.ru>, а также поясняющий пример. Для статьи, набранной в Word необходимо придерживаться следующих требований: шрифт 14 pt, Times New Roman, интервал – 1.5, поля: слева, справа, верх, низ – 2см, включая таблицы, схемы, рисунки и список литературы.

6. К статье необходимо приложить на русском и английском языках информацию об авторах работы. Место работы, должность, степень, звания, адрес электронной почты.

7. Редакция оставляет за собой право на сокращение и редактирование статей.

8. Статьи, подписанные автором (авторами), отправляются по электронной почте секретарю журнала: romanpragovik@gmail.com. Помимо статьи необходимо приложить следующие документы:

- сведения об авторах;
- две копии рецензии (по специальности работы);
- сканированная копия сопроводительного письма, подписанного руководителем учреждения, которое содержит информацию о тех документах, высылаемых автором (куда и с какой целью);
- копия экспертного заключения, содержащая информацию о том, что работа автора может быть опубликована в открытой печати и не имеет секретной информации, с подписью руководителя учреждения.

9. Оригиналы запрашиваются редакцией при необходимости на следующий адрес: 683032, Камчатский край, г. Петропавловск-Камчатский, ул. Пограничная, д. 4, Издательский центр КамГУ им. Витуса Беринга.

10. После списка литературы указываются сведения о рецензентах: ФИО, ученая степень, звание, должность, место работы, город, рабочий телефон.

11. Представляя текст работы для публикации в журнале, автор гарантирует правильность всех сведений о себе, отсутствие плагиата и других форм неправоверного заимствования в рукописи произведения, надлежащее оформление всех заимствований текста, таблиц, схем, иллюстраций.

Авторы опубликованных материалов несут ответственность за подбор и точность приведенных фактов, цитат, статистических данных и прочих сведений.

Редакция не несет ответственности за достоверность информации, приводимой авторами. Автор, направляя рукопись в редакцию, принимает личную ответственность за оригинальность исследования.

12. Направление материалов в редакцию для публикации означает согласие автора с приведенными выше требованиями.

Правила оформления сопроводительного письма

Сопроводительное письмо к научной статье оформляется на бланке учреждения, где выполнялась работа, за подписью руководителя учреждения.

Если сопроводительное письмо оформляется не на бланке учреждения и не подписывается руководителем учреждения, оно должно быть обязательно подписано всеми авторами научной статьи.

Сопроводительное письмо обязательно (!) должно содержать следующий текст:

«Настоящим письмом гарантируем, что опубликование научной статьи в журнале «Вестник КРАУНЦ. Физико-математические науки» не нарушает ничьих авторских прав. Автор (авторы) передает на неограниченный срок учредителю журнала неисключительные права на использование научной статьи путем размещения полнотекстовых сетевых версий номеров на Интернет-сайте журнала.

Автор (авторы) несет ответственность за неправомерное использование в научной статье объектов интеллектуальной собственности, объектов авторского права в полном объеме в соответствии с действующим законодательством РФ.

Автор (авторы) подтверждает, что направляемая статья нигде ранее не была опубликована, не направлялась, и не будет направляться для опубликования в другие научные издания.

Также удостоверяем, что автор (авторы) согласен с правилами подготовки рукописи к изданию, утвержденными редакцией журнала «Вестник КРАУНЦ. Физико-математические науки», опубликованными и размещенными на официальном сайте журнала».

Единый формат оформления пристатейных библиографических ссылок в соответствии с ГОСТ Р 7.0.5 2008 «Библиографическая ссылка»

Статьи из журналов и сборников:

Адорно Т.В. К логике социальных наук // Вопр. философии. 1992. № 10. С. 76-86.

Crawford P.J. The reference librarian and the business professor: a strategic alliance that works / P.J. Crawford, T. P. Barrett // Ref. Libr. 1997. Vol. 3. № 58. P. 75-85.

Заголовок записи в ссылке может содержать имена одного, двух или трех авторов документа. Имена авторов, указанные в заголовке, могут не повторяться в сведениях об ответственности.

Crawford P.J., Barrett T.P. The reference librarian and the business professor: a strategic alliance that works // Ref. Libr. 1997. Vol. 3. № 58. P. 75-85.

Если авторов четыре и более, то заголовок не применяют (ГОСТ 7.80-2000).

Корнилов В.И. Турбулентный пограничный слой на теле вращения при периодическом вдуве-отсосе // Теплофизика и аэромеханика. 2006. Т. 13. № 3. С. 369-385.

Кузнецов А.Ю. Консорциум — механизм организации подписки на электронные ресурсы // Российский фонд фундаментальных исследований: десять лет служения российской науке. М.: Науч. мир, 2003. С. 340-342.

Монографии:

Тарасова В.И. Политическая история Латинской Америки : учеб. для вузов. 2-е изд. М.: Проспект, 2006. С. 305-412

Допускается предписанный знак точку и тире, разделяющий области библиографического описания, заменять точкой.

Философия культуры и философия науки: проблемы и гипотезы: межвуз. сб. науч. тр. / Сарат. гос. ун-т; [под ред. С. Ф. Мартыновича]. Саратов: Сарат. ун-т, 1999. 199 с.

Допускается не использовать квадратные скобки для сведений, заимствованных не из предписанного источника информации.

Райзберг Б.А. Современный экономический словарь / Б.А. Райзберг, Л.Б. Лозовский, Е.Б. Стародубцева. 5-е изд., перераб. и доп. М.: Инфра-М, 2006. 494 с.

Заголовок записи в ссылке может содержать имена одного, двух или трех авторов документа. Имена авторов, указанные в заголовке, не повторяются в сведениях об ответственности, поэтому:

Райзберг Б.А., Лозовский Л.Ш., Стародубцева Е.Б. Современный экономический словарь. 5-е изд., перераб. и доп. М.: Инфра-М, 2006. 494 с.

Если авторов четыре и более, то заголовок не применяют (ГОСТ 7.80-2000).

Авторефераты:

Глухов В.А. Исследование, разработка и построение системы электронной доставки документов в библиотеке: автореф. дис. канд. техн. наук. Новосибирск, 2000. 18 с.

Диссертации:

Фенухин В.И. Этнополитические конфликты в современной России: на примере Северокавказского региона: дис. ... канд. полит. наук. М., 2002. С. 54-55.

Аналитические обзоры:

Экономика и политика России и государств ближнего зарубежья : аналит. обзор, апр. 2007 / Рос. акад. наук, Ин-т мировой экономики и междунар. отношений. М. : ИМЭМО, 2007. 39 с.

Патенты:

Патент РФ № 2000130511/28, 04.12.2000. Еськов Д.Н., Бонштедт Б.Э., Корешев С.Н., Лебедева Г.И., Серегин А.Г. Оптико-электронный аппарат // Патент России № 2122745. 1998. Бюл. № 33.

Материалы конференций:

Археология: история и перспективы: сб. ст. Первой межрегион. конф. Ярославль, 2003. 350 с.

Марьянских Д.М. Разработка ландшафтного плана как необходимое условие устойчивого развития города (на примере Тюмени) // Экология ландшафта и планирование землепользования: тез. докл. Всерос. конф., Иркутск, 11-12 сент. 2000 г. Новосибирск, 2000. С. 125-128.

Интернет-документы:

Официальные периодические издания :

Электронный путеводитель / Рос. нац. б-ка, Центр правовой информации. [СПб.], 2007. URL: <http://www.nlr.ru/lawcenter/izd/index.html> (дата обращения: 18.01.2007).

Логинова Л.Г. Сущность результата дополнительного образования детей // Образование: исследовано в мире: междунар. науч. пед. интернет-журн. URL: <http://www.oim.ru/reader.asp?nomers=366> (дата обращения: 17.04.07).

Рынок тренингов Новосибирска: своя игра [Электронный ресурс]. URL: <http://nsk.adme.ru/news/2006/07/03/2121.html> (дата обращения: 17.10.08).

Литчфорд Е.У. С Белой Армией по Сибири [Электронный ресурс] // Восточный фронт Армии Генерала А.В. Колчака [сайт]. URL: <http://east-front.narod.ru/memo/latchford.htm> (дата обращения: 23.08.2007).

Контакты

Адрес редакции: 683032, г. Петропавловск-Камчатский, ул. Пограничная, 4, тел./факс: 8(415-2) 43-37-43, e-mail: romanparovik@gmail.com

TOPICS OF THE JOURNAL AND RULES FOR AUTHORS

The journal publishes results of fundamental and applied research in physics and mathematics (mathematical modeling of physical processes, mathematical physics, information and computing technology, mathematics). The journal is a peer-reviewed. Publication of manuscripts is free. The editors asked the authors of the journal follow the rules set out below:

1. Articles must be accompanied by a letter and an act of expertise, which was accomplished. At the end of the article put the signatures of all authors. For the article, sent to the editor, must be attached on a separate page the author's background in Russian and English languages: surname, name, degree, title, position, place of employment, exact postal address, phone, fax, e-mail (if any) of each author. You must specify the name of the author responsible for the passage of articles in the editorial.

2. The paper should not exceed (including figures, tables and references) 10 printed pages.

3. Articles submitted to the editor printed in the form of the manuscript in Russian language in two copies on one-sided sheet of A4. The text of the manuscript is typed in the LaTeX according to the rules below and print out a pdf-file created by the system after the final assembly of the document. Printout of the manuscript should be clear, the contrast and easily readable. In the paper version of the manuscript, you must provide an electronic version of an article in a separate file whose name must match the name of the first author. This file should contain files with extensions article tex, pdf, as well as drawings.

4. In Russian and English languages attached page with the article title, author, abstract (200-300 characters) and keywords. In electronic form in the file of the manuscript that the page is placed at the end.

5. Materials are sent to the address: 683032, Russia, Kamchatka krai, Petropavlovsk-Kamchatsky, Pogranichnaya, st. 4, Kamchatka State University by Vitus Bering, Department of Applied Mathematics. The electronic version of the manuscript should be sent by e-mail: fmit@mail.ru.

All journal published on the website of the Institute of Space Physics Research and Radio Wave Propagation FEB RAS, <http://mfit.ikir.ru>.

6. The editors asked the authors carefully prepared texts of articles and illustrations.

7. The Editors reserve the right to shorten the article and expose them, if necessary literary revision.

8. In the event of a return to the author of article to further refine the date of receipt is the receipt of the final edited text.

9. The manuscripts which, without these rules, shall be returned to authors without review.